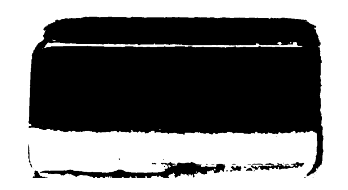

1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE
COLLEGE
OF
ENGINEERING



DIE BINNENSCHIFFAHRT

EIN HANDBUCH FÜR ALLE BETEILIGTEN

VON

OSKAR TEUBERT

ERSTER BAND

MIT 538 ABBILDUNGEN UND 7 WASSERSTRASSENKARTEN



LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1912

DIE BINNEN-SCHIFFAHRT

EIN HANDBUCH
FÜR ALLE BETEILIGTEN

VON

OSKAR TEUBERT

ERSTER BAND

MIT 538 ABBILDUNGEN UND 7 WASSERSTRASSENKARTEN



LEIPZIG 1912
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

Fortsetzung siehe 3. Umschlagseite.

Vorwort.

Die Wirtschaftsfragen stehen in den Kulturländern heute im Mittelpunkt der inneren und äußeren Politik. Alle Völker sind bestrebt, ihren Wohlstand und damit ihre Macht zu vergrößern. Dazu dient die möglichst weitgehende Ausnutzung der natürlichen Bodenschätze ihres Landes durch Land- und Forstwirtschaft, Bergbau u. dgl., die Herstellung von handelsfähigen Gegenständen und der vorteilhafte Verkauf der Erzeugnisse an andere Völker. Infolge der Entwickelung der Verkehrswege und Verkehrsmittel erstreckt sich der Wettbewerb heute über alle Erdteile und der Handel vermittelt den Austausch aller Waren. Der Tauschwert, der Preis, setzt sich aus den Kosten der Erzeugung und den Kosten der Beförderung zur Verbrauchstelle zusammen. Bei vielen Waren ist überhaupt für ihre Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt die Höhe der Beförderungskosten entscheidend, und es kommt darauf an, sie möglichst niedrig zu halten.

Zur Beförderung auf große Entfernungen dienen Seeschiffahrt, Binnenschiffahrt und Eisenbahnen. Auf dem Festlande glaubte man noch vor etwa vierzig Jahren mit den Eisenbahnen allein auszukommen, und es wurde viel darüber gestritten, ob nach ihrer Erfindung und Verbreitung die seit den ältesten Zeiten zur Warenbeförderung benutzte Binnenschiffahrt daneben noch eine Bedeutung behalten würde. Dieser Streit ist längst in günstigem Sinne für die Binnenschiffahrt entschieden worden: Sie hat sich kräftig weiter entwickelt und ist heute ein unentbehrliches Glied des modernen Verkehrswesens.

Die Grundbedingung für den Verkehr ist die Straße und das Fahrzeug: das ist Sache der Technik. Der wirtschaftliche Betrieb, die Verfrachtung und Beförderung der Waren, ist Sache des Verkehrsgewerbes. Der Kaufmann sucht den Ort für die billigste Beschaffung und den günstigsten Verkauf unter Berücksichtigung der geringsten Beförderungskosten. Außer diesen Berufen sind die Vertreter der Staats- und Gemeindebehörden an der Binnenschiffahrt beteiligt, soweit ihnen obliegt, den allgemeinen Wohlstand zu fördern und den Verkehr zu überwachen.

»Wer vieles bringt, wird manchem etwas bringen.« Außer einem einleitenden und geschichtlichen Teile sollen in dem vorliegenden Buche die Fahrzeuge der Binnenschiffahrt, die Wasserstraßen mit ihren Betriebseinrichtungen, die Fortbewegung der Schiffe, der gewerbliche Betrieb der Schiffahrt und das Verhältnis der Binnenschiffahrt zum Staate besprochen werden. Es

ist wahrscheinlich, daß weder die Schiffbauingenieure aus dem Abschnitte über die Fahrzeuge, noch die Wasserbauingenieure aus dem Abschnitte über die Wasserstraßen viel neues erfahren werden; ähnliches wird für die Betriebsingenieure, die Schiffahrtdirektoren, die Reeder und Kaufleute bei den folgenden beiden Teilen zutreffen, und die Verwaltungsbeamten werden aus dem letzten Teile vielleicht wenig lernen können: Alle aber werden sich aus den übrigen Teilen des Buches über die Zweige der Binnenschiffahrt unterrichten können, in denen sie selbst keine Sachkenntnis und Erfahrung besitzen.

Das Bedürfnis nach einem solchen Handbuche habe ich selbst im Laufe meiner amtlichen Tätigkeit empfunden und mich darum zu seiner Abfassung entschlossen. Es soll in den Hauptsachen allgemein verständlich sein. Dies scheint mir durchführbar, weil das Verständnis für die Bedeutung und das Wesen der technischen Wissenschaften heute weit verbreitet ist, und man bei den an der Binnenschiffahrt Beteiligten, auch wenn sie keine besondere technische Vorbildung genossen haben, auf ein gewisses Maß von Vorkenntnissen dieser Art rechnen kann. Vor etwa zwanzig Jahren war das noch nicht der Fall.

Die beiden ersten, in diesem Bande vereinigten Teile haben einen größeren Umfang erhalten, als ursprünglich beabsichtigt war. Bei der Bearbeitung des Rückblicks auf die geschichtliche Entwickelung der Binnenschiffahrt kam ich zu der Überzeugung, daß die Kenntnis dieser Vorgänge in Deutschland, namentlich seit dem Ende des Mittelalters, für die Beurteilung der heutigen Verhältnisse der Binnenschiffahrt großen Wert hat; man bemerkt auch dabei, daß vieles »schon dagewesen« ist. Deshalb schien eine gewisse Ausführlichkeit geboten. Ferner mußten die politischen Ereignisse, die seit 1870 die Verbesserung und Vermehrung der deutschen Wasserstraßen begleitet haben, wenigstens in gedrängter Kürze mitgeteilt werden.

Im zweiten Teile (Fahrzeuge) sind die Lastschiffe ohne eigene Triebkraft ausführlich behandelt worden, weil über dies wichtige Gebiet bisher gar keine umfassenden Veröffentlichungen vorliegen. Vielleicht wird auch den Schiffbauingenieuren damit gedient. Die übrigen vier Teile hoffe ich in einem zweiten Bande zu vereinigen.

Allen Behörden, Vereinen, Gesellschaften, Schiffbauanstalten, Maschinenfabriken und Freunden, die mich bei der Herstellung des Buches unterstützt haben, sage ich herzlichen Dank. Die Leser bitte ich um wohlwollende Beurteilung.

Potsdam, im Juni 1912.

Oskar Teubert,
Ober- und Geheimer Baurat, Strombaudirektor
der Märkischen Wasserstraßen a. D.

Inhalt.

Erster Teil: Einleitendes und Geschichtliches.

Verzeichnis der Wasserstraßenkarten.

Berichtigungen.

Seite 179, Zeile 16 von unten: »Senkung« statt Hebung. (Die früher von Honsell in den »Beiträgen zur Hydrographie des Großh. Baden, Heft 3« aus dem Vergleich der Wasserstände 1820—1831 mit 1832—1882 ermittelte Hebung gilt heute als unwahrscheinlich.)
Seite 239, Zeile 4 von oben: »Rudernagel« statt Steuernagel, vgl. S. 403.
Seite 317, Zeile 6 von unten: »8,6 m« statt 8 m.
Seite 358, Zeile 22 von unten: »sollte« statt wollte.
Seite 510, Zeile 8 von oben: »t« statt t_1.

ERSTER TEIL

Einleitendes und Geschichtliches.

Abschnitt I.

Binnenschiffahrt und Seeschiffahrt.

Unter Schiffahrt verstehen wir die gewerbsmäßige Beförderung von Menschen und Gütern auf schwimmenden Fahrzeugen von einem Ort zum anderen. Die Flößerei rechnen wir nicht dazu, obwohl Flöße (besonders in älteren Zeiten) zuweilen zum gleichen Zweck benutzt werden. Auch der Fährbetrieb soll ausgeschlossen bleiben, weil Fähren als Teile der Landstraßen oder Eisenbahnen anzusehen sind und Brücken ersetzen. Der Verkehr von Lustfahrzeugen, Gondeln, Booten und Jachten gehört gleichfalls nicht zur Schiffahrt.

Dagegen gibt es eine Reihe von Nebenbetrieben, die durch die Schiffahrt hervorgerufen und durch sie bedingt sind: das ist der Verkehr von Lotsen-, Vermessungs-, Bau-, Zoll-, Polizei- und anderen Aufsichtschiffen, von Eisbrechern, Schwimmkranen und dergleichen. Im weiteren Sinne könnte man sogar die Kriegschiffe dahin rechnen, wenn man annimmt, daß sie lediglich zum Schutz der Handelschiffahrt bestimmt sind.

Für die Fischerei ist umgekehrt die Schiffahrt gewissermaßen als Nebenbetrieb anzusehen; dieser Verkehr soll hier unberücksichtigt bleiben.

Die Unterschiede zwischen der Binnenschiffahrt und der Seeschiffahrt entwickeln sich aus der Verschiedenheit der Straßen, auf denen sie betrieben werden. Die Straße der Seeschiffahrt ist das offene Meer, das an Länge, Breite und Tiefe die Binnenwasserstraßen weit übertrifft. Infolge der großen Ausdehnung des Meeres werden durch die Winde starke Wellenbewegungen hervorgerufen und, um diesen zu widerstehen, müssen die Seeschiffe mit einem Deck versehen und fester gebaut werden als die Binnenschiffe. Die größere Festigkeit läßt sich bei den Seeschiffen wegen des größeren Tiefgangs und der größeren Höhe leichter erreichen als bei den Binnenschiffen, die auf den seichten Binnenwasserstraßen verkehren und sowohl hinsichtlich des Tiefgangs als auch hinsichtlich der Höhe über Wasser (wegen der Brücken) meistens beschränkt sind. Da sie aber dem Angriff der Wellen nicht ausgesetzt werden, können sie ungedeckt und mit geringerer Festigkeit, also wohlfeiler gebaut werden. Weil das Seeschiff bei weiten Fahrten tage- und wochenlang keine bewohnten Orte berührt, muß es reichlicher mit Mannschaft, Lebensmitteln, Wasser und anderen Gebrauchsgegenständen ausgerüstet werden, außerdem mit einem Kompaß und anderen geeigneten Geräten, um seinen Weg finden zu können.

Die Verschiedenheit der Wasserstraßen beeinflußt auch das Be- und Entladen der Schiffe: während das Binnenschiff zu diesem Zweck fast an jeder Stelle der Wasserstraßen am Ufer anlegen kann, sind für das Seeschiff besondere, vor Wind und Wellen geschützte, genügend tiefe Häfen erforderlich, die mit hohen, senkrechten Uferbefestigungen versehen werden müssen, wenn das Schiff unmittelbar am Ufer anlegen soll.

Ferner ist die Art der Fortbewegung verschieden. Für das Seeschiff kommt nur das Segeln und die eigene, an Bord befindliche Triebkraft, meistens Dampf, in Frage; die Binnenschiffe werden aber außerdem durch Treiben mit der Strömung, durch Schieben, durch Ziehen vom Ufer (Treideln) und besonders durch Schleppdampfer einzeln und in Zügen fortbewegt. Es können zwar auch Schiffe über See geschleppt werden; aber dieser Betrieb ist nur unter gewissen Umständen zweckmäßig und ungefährlich. Für die Binnenschiffahrt ist gerade der Betrieb in Schleppzügen von ganz besonderer Bedeutung: Die in derselben Richtung zu befördernden Lastschiffe werden gesammelt, zu einem Zuge vereinigt und von einem Schleppdampfer an ihr Ziel gebracht, wo sie nach Bedarf schnell oder langsam entladen werden, während der Schleppdampfer ohne Zeitverlust einen neuen Zug übernehmen kann. Sowohl beim Löschen wie beim Beladen der Lastschiffe kommt es gewöhnlich nicht auf große Schnelligkeit unter Benutzung besonderer kostspieliger Vorrichtungen an, weil die täglichen Schiffskosten, d. h. Verzinsung des Anlagekapitals, Unterhaltungs- und Versicherungskosten des Schiffes, Löhne der Mannschaft u. dgl. nicht sehr erheblich, die Verluste durch längere Lösch- und Liegezeiten also verhältnismäßig erträglich sind. Anders beim modernen Seeschiff: Die Triebkraft kann von dem Lastschiffe nicht getrennt werden, sondern die kostbare Dampfmaschine muß mit dem Schiffe verbunden bleiben, so daß die täglichen Schiffskosten (auch wegen der teuern Besatzung) verhältnismäßig hoch und die Verluste bei langen Liegezeiten sehr empfindlich sind. Bequeme Kaianlagen und mechanische, schnell arbeitende Lösch- und Ladevorrichtungen sind deshalb für den wirtschaftlichen Betrieb der Seeschiffahrt unentbehrlich.

Wegen der größeren Schwierigkeit und Gefährlichkeit der Seefahrten müssen die Mannschaften und besonders die Schiffsoffiziere eine gründlichere Fachbildung haben, zumal die Schiffsführer während der langen Abwesenheit von dem Heimathafen vielfach selbständig die Handelsgeschäfte namens der Schiffseigner abzuschließen haben. Der kaufmännische Betrieb der Schiffahrt und die Bildung der Frachtsätze ist insofern verschieden, als bei der Seeschiffahrt in der Regel nur der Wettbewerb anderer Seeschiffe zu berücksichtigen und zu bekämpfen ist, während in der Binnenschiffahrt die Frachtsätze außerdem oft noch von dem Wettbewerb der Eisenbahnen und zuweilen selbst der Landstraßen beeinflußt werden. Schließlich ist zu beachten, daß die Seeschiffahrt meistens außerhalb der Zollgrenzen der Staaten betrieben wird, weil das Meer als neutrales Gebiet gilt.

Die örtlichen Grenzen zwischen See- und Binnenwasserstraßen sind schwankend. Die Seeschiffahrt bemüht sich, vom Meere aus so tief wie möglich in das Festland einzudringen, um die von ihr beförderten Güter ohne Umladung an die Verbrauchstellen zu bringen. Haffe, Lagunen und die Mündungstrecken der großen Ströme sind daher auch zu Seewasserstraßen geworden. Wie weit ein Seeschiff aufwärts in den Strom fahren kann, hängt zunächst von der Wassertiefe auf der meistens vor der Mündung liegenden Sandbarre und von der Tiefe im Strome selbst ab. Ferner kommt in Frage, ob die über den Strom führenden Brücken mit ausreichenden beweglichen Durchfahrtöffnungen versehen oder so hoch sind, daß das Seeschiff nach teilweiser Beseitigung der Masten darunter durchfahren kann. Da die Masten der Seeschiffe feststehen und nicht wie bei den Binnenschiffen umgelegt werden können, so lassen sich gewöhnlich nur die oberen Stengen beseitigen.

In alter Zeit waren die Seeschiffe viel kleiner wie heute und hatten einen geringeren Tiefgang. Sie konnten darum weit in die Ströme dringen, zumal nur wenige feste Brücken vorhanden waren. An den damaligen Endpunkten der Seeschiffahrt entstanden große Handels- und Hafenstädte, die in späterer Zeit von Schiffen mit größerem Tiefgange nicht mehr mit voller Ladung erreicht werden konnten. Von den zu tief tauchenden Seeschiffen mußte man einen Teil der Ladung vor der Einfahrt in den Strom oder das Haff löschen und mit Leichterschiffen nach den Städten befördern. Unmittelbar am Meere entstanden auf diese Weise neue Hafenplätze, die allmählich einen Teil des Handels an sich zogen und die Bedeutung der alten Hafenstädte zu beeinträchtigen drohten. Diesen Übelstand suchte man durch Verbesserung der Zugangstraßen zu beseitigen.

In Deutschland konnte das z. B. bei Lübeck (Travemünde) und Hamburg (Kuxhaven) durch umfangreiche Baggerungen in der Trave und in der Unterelbe erreicht werden, in Bremen (Bremerhaven) durch den Ausbau der Unterweser (1887 bis 1894), in Stettin (Swinemünde) durch die Herstellung der Kaiserfahrt im Stettiner Haff (1875 bis 1880), und in Königsberg (Pillau) durch den 6,5 m tiefen Seekanal (1889 bis 1901).

Petersburg befand sich in ähnlicher Lage und wurde durch einen Seekanal von 6,7 m Tiefe mit Kronstadt verbunden.

Rotterdam litt unter der Versandung der neuen Maas, und um einen besseren Zugang zur See zu gewinnen, wurde zuerst (1827 bis 1829) der Voornsche Kanal angelegt, der den Strom südwestlich mit dem Goereeschen Gat (Hellevoetsluis) verband. Dadurch wurde der zulässige Tiefgang der Schiffe von 3 m auf 5,1 m vergrößert. Dieser genügte aber auf die Dauer nicht und der weite Umweg, der Schleusenaufenthalt, sowie häufige Versandungen in der Mündung führten 1863 zum Bau des »Neuen Wasserwegs«, der mittels eines großen Durchstichs bei Hoek van Holland ohne Schleuse auf kürzestem Wege das Meer erreicht. Er wurde allmählich immer mehr verbessert (zuletzt in den Jahren 1908 bis 1910) so daß jetzt bei H. W. Schiffe von 9 m Tiefgang bis Rotterdam gelangen.

Amsterdam konnte früher nur durch die Zuidersee von Seeschiffen erreicht werden. Da deren Tiefe nicht mehr genügte, suchte man einen besseren Zugang zur Nordsee zu gewinnen. Zuerst wurde (1819 bis 1825) der Nordholländische Kanal (mit 4 Schleusen) zum Hafen Nieuwediep angelegt, und als auch dessen Tiefe (5,5 m) und Abmessungen nicht ausreichten, baute man (1865 bis 1876) den Kanal nach Ymuiden, der allmählich so erweitert worden ist, daß jetzt Schiffe von 220 m Länge, 24 m Breite und 9,2 m Tiefgang ihn durchfahren können. In neuester Zeit wird eine weitere Vergrößerung beabsichtigt.

Brügge war am Anfang des 14. Jahrhunderts einer der bedeutendsten Handelshäfen der Welt; aber der Zugang versandete und Jahrhunderte hindurch war die Stadt vom Meer abgeschnitten. Neuerdings ist sie durch einen Seekanal von 8 m Tiefe mit dem neuen Hafen Zeebrügge (Heyst) verbunden worden. Die Schleuse hat eine nutzbare Länge von 158 m und eine Breite von 20 m. Die im Jahre 1897 begonnenen Arbeiten sind jetzt ziemlich fertig gestellt.

Gent war schon seit dem 16. Jahrhundert durch einen Kanal mit der Westerschelde verbunden, der aber erst in den Jahren 1825 bis 1827 ordentlich nach Terneuzen ausgebaut und mit einer Tiefe von 4,2 m versehen wurde. Nach mancherlei Verbesserungen ist der Kanal in neuester Zeit (1900 bis 1911) bedeutend erweitert worden, so daß jetzt Schiffe von 140 m Länge, 17 m Breite und 8 m Tiefgang verkehren können.

Ähnlich liegen die Verhältnisse am Rhein. In alter Zeit verkehrten dort die Seeschiffe regelmäßig bis Köln. Als ihr Tiefgang zunahm und die niederländischen Häfen an Bedeutung gewannen, hörte die Seeschiffahrt auf dem Rhein allmählich auf und ruhte jahrhundertelang, bis sie im Jahre 1885 zu neuem Leben erweckt wurde. Das war besonders durch die Verbesserung und Vertiefung der Rheinwasserstraße und durch die Entwicklung des Dampfschiffbaues möglich geworden.

Der Rhein-See-Verkehr hat seitdem sehr schnell zugenommen, so daß im Jahre 1910 schon 56 Dampfer gezählt wurden, deren Tragfähigkeit auf dem Rhein zusammen etwa 50000 t betrug, auf der Fahrt über See aber erheblich größer war. Der größte Dampfer »Bingen« war 71 m lang und 10 m breit, hatte bei 600 Pferdestärken auf See einen Tiefgang von 4,3 m und auf dem Rhein bei gutem Wasserstande eine Tragfähigkeit von 1770 t. Er war mithin ein nicht unbedeutendes Seeschiff.

Daneben hat sich neuerdings auch wieder ein See-Segelschiff-Verkehr auf dem Rhein bis Köln und zuweilen noch weiter hinauf entwickelt. Es sind vorwiegend holländische Tjalken und englische Schoner von meistens 100 bis 200 t Tragfähigkeit. Im Jahre 1910 wurden 83 solche Schiffe gezählt, die einen Tiefgang von 2,1 bis 2,3 m hatten. Das größte Schiff »Mosel« hatte 1929 t Tragfähigkeit und verkehrte zwischen Köln und Hamburg.

Um die Seeschiffahrt möglichst tief in das Land zu führen, hat man durch Seekanäle sogar neue Seehäfen im Binnenlande geschaffen.

Ein sehr bedeutendes Bauwerk ist der in der Zeit von 1887 bis 1894 hergestellte Seekanal von Manchester, der diese Stadt mit dem Hafen Liverpool verbindet. Zur Überwindung des Höhenunterschieds von 18 m sind 4 Schleusen von je 180 m Länge und 24 m Breite angeordnet. Die größte zulässige Tauchtiefe der Schiffe beträgt 7,9 m. Die Unterkante der über den Kanal führenden Brücken liegt 22,8 m über dem Wasserspiegel, so daß nur die obersten Stengen der Masten herabgelassen werden müssen.

Brüssel wird gleichfalls ein Seehafen werden, indem seit dem Jahre 1898 der alte Binnenschiffahrtkanal von Willebroeck zum Rupel und zur Schelde als Seekanal umgebaut wird, so daß Schiffe von etwa 114 m Länge, 15 m Breite und 6 m Tiefgang darauf verkehren sollen. Diese Arbeiten sind ziemlich fertig.

Es sind auch Entwürfe aufgestellt worden, um Paris[1]) und Berlin, ja selbst Rom auf solche Weise zu Seehäfen zu machen; man hat sich aber überzeugt, daß diese Unternehmungen zurzeit nicht wirtschaftlich sind.

Alle Seekanäle (z. B. in Deutschland der von 1887 bis 1895 erbaute Kaiser-Wilhelm-Kanal) werden gelegentlich auch von der Binnenschiffahrt benutzt.

Die Küstenschiffahrt (durch Ewer, Kuffen, Lommen, Tjalken, Jachten, Briggantinen, Schoner und Briggen betrieben) ist ein Teil der Seeschiffahrt und folgt auf dem Meere, wie der Name sagt, im allgemeinen der Küste, d. h. sie geht nicht über die großen Meere, weil weder die Schiffe noch die

1) Neuerdings wieder angeregt. Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1911, S. 210.

Bemannung für die sogenannte »große Fahrt« geeignet sind. Die Küstenschiffe sind verhältnismäßig klein und haben geringen Tiefgang, so daß sie auch Häfen mit kleiner Wassertiefe aufsuchen und in der Nähe der seichten Küsten, z. B. in den Watten, verkehren können. Sie dringen durch die Strommündungen noch weiter in die Binnenwasserstraßen ein als die großen Seeschiffe, wenn sie durch die festen Masten nicht gehindert werden. Über ihren Verkehr auf dem Rhein war schon oben gesprochen; man findet sie aber auch in anderen Stromgebieten.

Die schwankenden Grenzen zwischen See- und Binnenwasserstraßen sind durch den neuerdings kräftig entwickelten Verkehr mit Seeprähmen noch mehr verwischt worden. Wir verstehen unter Seeprähmen Lastschiffe ohne eigene Triebkraft in den Formen und Abmessungen der Binnenschiffe, aber gedeckt und festgebaut, so daß sie ohne große Gefahr bei günstigem Wetter über See nach anderen Strommündungen geschleppt werden können, von wo sie auf die anschließenden Binnenwasserstraßen übergehen. Es kommt dabei nur ein Verkehr innerhalb der mehr oder weniger abgeschlossenen Meere, wie Ostsee, Nordsee, Mittelmeer in Betracht, wo man auf den Fahrten längs der Küste bei eintretendem schlechtem Wetter leicht einen Schutzhafen aufsuchen kann. Der große Vorteil dieses Verkehrs liegt darin, daß die Umladung vom Seeschiffe auf das Binnenschiff und umgekehrt fortfällt. Da für die Fahrt über See ein größerer Tiefgang zulässig und erforderlich ist, als die meisten Binnenwasserstraßen erlauben, so muß allerdings beim Eintritt in diese Binnenwasserstraßen eine Ableichterung der Seeprähme vorgenommen werden[1]). Diese Art der Schiffahrt überträgt die wirtschaftlichen Vorzüge des Schleppbetriebs, den wir oben als besondere Eigentümlichkeit der Binnenschiffahrt erwähnten, auch auf die Seeschiffahrt.

Der älteste bekannte Verkehr mit Seeprähmen wurde im Jahre 1852 in Süd-Frankreich zwischen Arles an der Rhone und Marseille eingerichtet, als dort noch keine Eisenbahnen bestanden und die Schiffahrt auf der Rhone ziemlich bedeutend war.

Die von einer Gesellschaft in Lyon beschafften 20 Seeprähme hatten eine Länge von 45 bis 60 m, eine Breite von 6,5 bis 7,5 m, eine Höhe von 2,5 bis 3,5 m, tauchten leer 0,4 bis 0,6 m, bei größter Belastung 1,25 bis 2,25 m ein und besaßen eine Tragfähigkeit von 250 bis 400 t, im äußersten Falle von 500 t. Sie waren aus Eisen mit einem festen Deck gebaut, das mit 4 Luken und ringsum laufendem hohem Schanzkleid versehen war.

Zur Fahrt von Arles bis oberhalb der damals noch ungeregelten Barre wurden je 2 Seeprähme seitlich an dem Schleppdampfer befestigt. Wenn man dort die Nachricht erhielt, daß die Rinne durch die Barre fahrbar und das Meer für die Überfahrt günstig war, so nahm der Dampfer die Prähme gewöhnlich in doppeltes Schlepptau, so daß beide gleichlaufend nebeneinander fuhren. So ging der Schleppzug über die Barre und durch das offene Meer bis Marseille. Die Entfernung in der Rhone von Arles bis zum Ende der Barre betrug 49 km, die auf See von da bis Marseille 40 km. Die Seefahrt dauerte 3 Stunden, die Rhonefahrt zu Tal etwas weniger. Der Betrieb war schwierig, die Schleppzüge fuhren nur bei Tage und bei heftigen Winden oder Eis war die Schiffahrt oft wochenlang unterbrochen.

1) Berichte von Geck, Guérard und de Thierry zum internationalen Schiffahrtkongresse in Düsseldorf, 1902.

Später entstanden vorübergehend noch mehrere Gesellschaften, die in ähnlicher Weise den Verkehr von der Rhone westlich bis Cette und östlich bis Spezia ausdehnten. Nach dem Ausbau und der Verbesserung des Fahrwassers der Rhone hat die ersterwähnte Gesellschaft im Jahre 1898 etwa 20 neue Seeprähme anderer Bauart eingeführt, die von Marseille über See nach der Rhone und auf dieser und auf der Saone über Lyon hinaus bis nach Chalons-sur-Saône verkehren, also auf mehr als 600 km ohne Umladung. Diese Schiffe (»barques mixtes«) sind etwas leichter als die älteren: 57 m lang, 7,65 m breit, 2,8 m hoch; Tiefgang leer 0,52 m, beladen 1,4 m und Tragfähigkeit bis 425 t.

Dieser Verkehr hat sich bewährt. Die Zahl der Unfälle auf der See ist sehr gering gewesen: von 1852 bis 1871 sollen nur 4 Seeprähme verloren gegangen sein und von da an bis zum Jahre 1901 keine mehr, obwohl die Gesellschaft den Betrieb bis Aigues-Mortes und bis Cette ausgedehnt hat.

Im Gegensatz zu Frankreich hat sich der deutsche Verkehr mit Seeprähmen aus dem Leichterverkehr entwickelt. Wie schon erwähnt, mußten die immer tiefer eintauchenden Seeschiffe bei der Einfahrt in die Strommündungen einen Teil ihrer Ladung auf Leichterschiffe abgeben, die durch einen Schleppdampfer in die Häfen gebracht wurden. Es lag nahe, diese Schiffe, die wegen der oft stark bewegten See auf der Reede und in den Flußmündungen eine gewisse Seetüchtigkeit besitzen mußten, auch in den Dienst der Küstenschiffahrt zum Verkehr mit benachbarten Häfen zu verwenden. Im Jahre 1863 eröffnete der Norddeutsche Lloyd mit 3 Leichterschiffen von je 300 t Tragfähigkeit und einem Schleppdampfer einen regelmäßigen Verkehr zwischen Bremen und Hamburg. Später folgten andere Gesellschaften und dehnten nach der Eröffnung des Kaiser-Wilhelm-Kanals ihre Schleppfahrten östlich bis Stettin, Königsberg, Memel, Riga und zu den schwedischen Ostseehäfen aus. Westlich ging man damit zu den holländischen, belgischen, englischen und französischen Häfen.

Diese Schiffahrt benutzte aber fast ausschließlich Seewasserstraßen und erst in neuerer Zeit, besonders nach der Fertigstellnng des Dortmund-Ems-Kanals (1899) drang man mit den Seeprähmen auch in die Binnenwasserstraßen ein und trat damit in Wettbewerb mit der eigentlichen Binnenschiffahrt. Die Seeprähme gelangen z. B. auf dem Rhein bis Köln und auf dem Dortmund-Ems-Kanal bis Dortmund.

Für den Verkehr zwischen Hamburg und Köln hat die Hamburg-Amerika-Linie 8 Seeprähme in ständigem Betriebe. Außerdem beteiligt sich an diesem Schiffahrtbetriebe besonders die Vereinigte Bugsier-Frachtschiffahrtgesellschaft in Hamburg.

Auf dem Dortmund-Ems-Kanal bot die Verwendung von Seeprähmen besondere Schwierigkeit, weil sie mit Rücksicht auf seine Abmessungen höchstens 67 m lang und 8,2 m breit sein und nur 2 m tief eintauchen durften; andrerseits war die Höhe über Wasser durch die Brücken beschränkt, deren Unterkante nur wenig mehr als 4 m über dem Wasserspiegel liegt. Die volle zulässige Länge von 67 m auszunutzen, erwies sich als unvorteilhaft; denn so lange Schiffe wurden bei der verhältnismäßig geringen Höhe zu schwer, um für die Seefahrt die genügende Festigkeit zu haben, und ihr nutzbarer Tiefgang für die Kanalfahrt infolgedessen zu klein. Andrerseits ließen sich Schiffe von 40 bis 50 m Länge bei geringem Eigengewicht wohl genügend fest herstellen, erwiesen sich aber bei nur etwa 350 t Tragfähigkeit im Kanal als unwirtschaftlich im Wettbewerb mit den großen Binnenschiffen von 600 bis 800 t Tragfähigkeit. Die günstigsten Ergebnisse hatte man mit einem Seeprahm von 58 m Länge, 8 m Breite und 0,75 m Leertiefgang, der auf der Seefahrt 800 t und auf der Kanalfahrt 500 t aufnehmen konnte. Das Verhältnis der Nutzladung zum toten Gewicht beträgt dabei auf der See 83 zu 17

und auf dem Kanal 76 zu 24. Da diese Schiffe im Kanal nur 2 m, auf dem Meere aber mindestens 3 m tief eintauchen, müssen sie eine so beträchtliche Bauhöhe erhalten, daß sie leer nicht unter den Brücken des Kanals hindurchfahren können, sondern Ballast einnehmen müssen.

In Emden oder Papenburg pflegt auf dem Wege zur See die entsprechende Zuladung, umgekehrt die nötige Ableichterung vorgenommen zu werden. Auch tritt an diesen Orten ein Wechsel der Schleppdampfer ein, die sowohl im Kanal wie auf dem Meere meistens je 2 Seeprähme anhängen.

Dieser Verkehr hat sich auf dem Kanale gut entwickelt: Westfälische Steinkohlen gingen von den Kohlenhäfen Dortmund, Hardenberg, Herne und anderen nach Bremen, Hamburg und Kiel. Auch wurden Koks nach Schweden gebracht. Schwefelkies-Erze aus dem westfälischen Sauerland wurden im Dortmunder Hafen in Seeprähme nach Riga verladen. Eisenbahnschienen gingen von Dortmund nach Bremen, Stettin und Königsberg. Umgekehrt kamen nach den Kanalhäfen Dortmund und Münster Zucker, Getreide und Mehl aus Königsberg, Danzig und Stettin, sogar schwedisches Schnittholz, wobei ein Teil davon bei der Seefahrt als Decklast befördert wurde[1]).

Die Vorzüge des Verkehrs mit Seeprähmen, also gewissermaßen der Verbindung von Seeschiffahrt mit Binnenschiffahrt, dürfen jedoch nicht überschätzt werden. Abgesehen von der Gefährlichkeit der Seefahrt und der Verwendung von (sowohl in bezug auf den Bau wie auf die Ausrüstung und Bemannung) kostspieligen Schiffen in der Binnenschiffahrt, hat es sich herausgestellt, daß sehr weite Seefahrten für diesen Betrieb unwirtschaftlich sind. Die oben erwähnte französische Gesellschaft hält Schleppfahrten über See auf mehr als 400 km Entfernung nicht mehr für gewinnbringend und in der Nord- und Ostsee haben sich Fahrten von mehr als 800 km, besonders mit geringwertigen Gütern, als unvorteilhaft erwiesen. Das ist zum Teil daraus zu erklären, daß die Leistung eines Schleppdampfers kleiner ist als die eines Güterdampfers, da bei gleicher Maschinenstärke und gleicher Nutzlast der Schleppzug nur etwa die halbe Geschwindigkeit des Güterdampfers erreicht. Die Selbstkosten des Schleppdampfers wachsen ferner bedeutend mit der Dauer der Fahrt, so daß die Benutzung eines schnell fahrenden Güterdampfers vorteilhafter ist. Daher werden z. B. schwedische Eisenerze aus Luleå (jetzt von Närwik) mit Güterdampfern nach Emden befördert und dort in Kanalschiffe umgeschlagen. Ebenso werden diese Erze, wenn sie nach Duisburg-Ruhrort bestimmt sind, in Rotterdam umgeladen und nicht mit Seeprähmen befördert, obwohl diese für die Wasserverhältnisse des Rheins ziemlich groß gebaut werden könnten. Es ist zu vermuten, daß der jetzt übliche Umschlagbetrieb der vorteilhaftere ist.

Aus den vorstehenden Mitteilungen ist ersichtlich, daß es sowohl Wasserstraßen als auch Schiffe gibt, die im Wechselverkehr der Seeschiffahrt wie der Binnenschiffahrt dienen.

Eine besondere Stellung nehmen die großen Landseen ein, wenn sie eine solche Ausdehnung haben, daß starke Wellenbewegungen entstehen

---

1) Neuerdings macht man auf dem Dortmund-Ems-Kanal Versuche mit Güterdampfern von 300 t Tragfähigkeit, die wertvolle Güter von Dortmund nach den Ostseehäfen befördern, also seetüchtig sind wie die Rhein-Seedampfer. Erfahrungen über die Wirtschaftlichkeit liegen noch nicht vor.

können, und daß man von ihrer Mitte aus nicht mehr die Ufer erkennen kann. Dahin gehören z. B. der Bodensee (539 km^2), der Wenernsee (5975 km^2), der Ladogasee (18129 km^2), der Michigansee (61906 km^2) und das Kaspische Meer (436452 km^2). Von dem letztgenannten abgesehen, rechnet man den Verkehr auf diesen Gewässern zur Binnenschiffahrt. Aber sowohl die Schiffe als auch der Betrieb müssen je nach der Größe des Sees mehr oder minder seemäßig ausgeführt werden. Dazu gehört auch die Anlage geschützter Häfen.

Der Verkehr auf Haffen und Lagunen, die einerseits mit den Binnenwasserstraßen und andrerseits mit dem Meere in Verbindung stehen, wird gleichfalls meistens zur Binnenschiffahrt gerechnet, obwohl dort auch Küstenschiffe und große Seeschiffe zu fahren pflegen.

Binnenschiffahrt und Seeschiffahrt blühen am besten, wenn sie sich gegenseitig unterstützen und befruchten[1]). In großartiger Weise haben sich darum solche Seehäfen entwickelt, die gleichzeitig den Endpunkt großer, leistungsfähiger Binnenwasserstraßen bilden, wie z. B. Hamburg, Rotterdam und New-York.

---

1) Cords, Die Bedeutung der Binnenschiffahrt für die deutsche Seeschiffahrt. Stuttgart und Berlin, 1906.

Abschnitt II.

Geschichtlicher Rückblick auf die Entwicklung der Binnenschiffahrt bis zum Jahre 1870.

1. Die Binnenschiffahrt im Altertum.

Die Geschichte der Schiffahrt ist bis zur Erfindung der Eisenbahnen gewissermaßen auch die Geschichte des Handels. Der Anfang der Schiffahrt reicht weit in die vorgeschichtlichen Zeiten zurück. Nachdem das Menschengeschlecht sich so weit entwickelt hatte, daß sich ein Bedürfnis zur Beförderung von Lasten auf größere Entfernungen einstellte, daß ein gewisser Verkehr und damit zugleich der Handel entstand, war die Binnenschiffahrt wahrscheinlich das erste Verkehrsmittel. Die Benutzung der natürlichen Wasserstraßen erforderte wenig Vorbereitungen: Flöße und ausgehöhlte Baumstämme, die mit der Strömung trieben, waren sicherlich schnell erfunden. Selbst die Benutzung von Tragtieren scheint weniger einfach, wenn sie auch überall dort, wo keine natürlichen Wasserwege vorhanden waren, bis in das Mittelalter hinein einen großen Teil des Handelsverkehrs vermittelt haben. Die Herstellung gebahnter Landstraßen erfolgte viel später und war wahrscheinlich 1000 Jahre v. Chr. noch unbekannt. Nach griechischen Quellen sollen erst die Perser unter Kyros und Dareios im 6. und 5. Jahrhundert v. Chr. die ersten Straßen angelegt und sich vierräderiger Wagen bedient haben.

In welchem Lande und von welchem Volke die Binnenschiffahrt zuerst betrieben wurde, läßt sich nicht sagen. Die ersten Ansiedelungen fast aller Völker fanden in den Flußtälern statt und es ist wahrscheinlich, daß sich die Schiffahrt in vielen Stromgebieten unabhängig voneinander und gleichzeitig entwickelt hat. Wir wissen, daß die ältesten uns bekannten Kulturvölker in den Flußtälern des Euphrat und Tigris, des Nils und der chinesischen Flüsse wohnten. Die Ägypter sollen schon 2300 Jahre v. Chr. auf dem Nil und dem roten Meer Schiffahrt getrieben haben. Auch von den Babyloniern ist mit großer Wahrscheinlichkeit zu vermuten, daß sie schon um 2000 v. Chr. auf dem Euphrat und Tigris gefahren sind, und es steht fest, daß um 2200 v. Chr. in China bereits eine lebhafte Binnenschiffahrt bestand[1]).

Die Ägypter befuhren in ältester Zeit aus religiösen Gründen nicht das Mittelmeer. Dort ist die Seeschiffahrt durch die Phöniker entwickelt worden,

1) Götz, W., Die Verkehrswege im Dienste des Welthandels. Stuttgart, 1888.

die mit ihrem Handel nicht nur das Mittelmeer beherrschten, sondern ihn schon 1000 Jahre v. Chr. bis Britannien und zur Nordsee ausdehnten. Nach Götz ist in dem persischen Meerbusen wahrscheinlich schon um die Mitte des 4. Jahrtausend v. Chr. Schiffahrt betrieben worden.

Von den Ägyptern sind uns die meisten Nachrichten über ihre alte Flußschiffahrt überliefert und man erkennt daraus, daß sie schon gut ausgebildet und geregelt war. Die ältesten Abbildungen von Nilschiffen sind auf ausgegrabenen Steinornamenten gefunden, die etwa aus dem 17. Jahrhundert v. Chr. stammen. Die Abb. 1 und 2 stellen sie dar[1]).

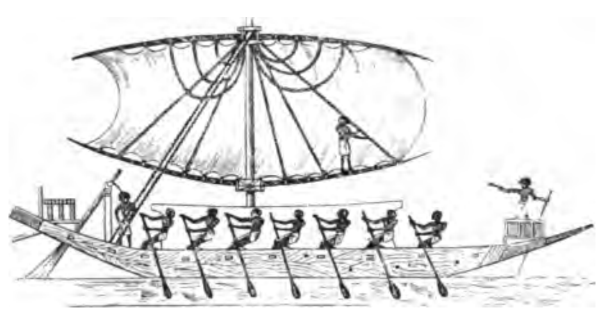


Abb. 1.

Man erkennt deutlich die großenteils noch heute üblichen Hauptteile des Segelschiffs: In Abb. 1 Steven, Mast, Rasegel, Riemen und Steuerruder (als »Streichruder«); in Abb. 2 namentlich die Takelung. Diese zeigt an sogenanntem »stehendem Gut«: vom Mast zum Hintersteven das »Pardun«, vom Mast zum Vorsteven das »Vorstag« und vom Mast zu den Bordwänden die »Wanten«. Außerdem erkennt man auch die »Brassen« zum Stellen des Segels.

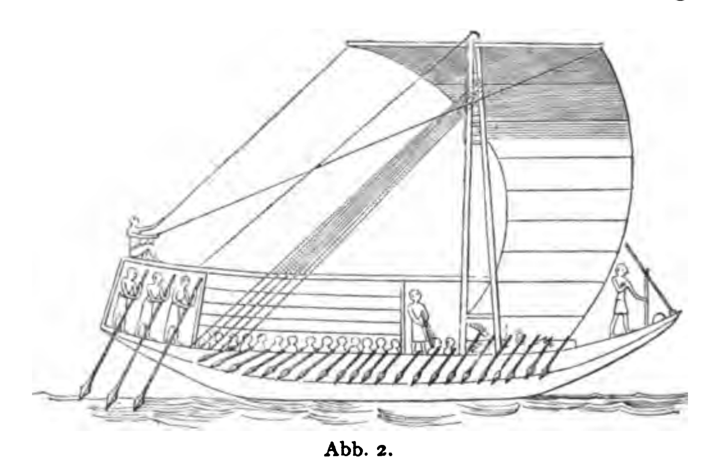


Abb. 2.

Sehr alt sind auch die Nachrichten über die Verbesserung der natürlichen und die Herstellung von künstlichen Binnenwasserstraßen in den oben genannten drei Kulturländern. Aristoteles und auch Plinius teilen mit, daß in Ägypten die Pharaonen schon im 14. Jahrhundert v. Chr. einen Schiffahrt-

1) Nach Wilkinson. Die Bilder sind aus Rühlmann, Allgem. Maschinenlehre, Band V.

kanal vom Orte Pibast (oder Bubastis), dem heutigen Zagazig am Nil nach dem roten Meer zu bauen begonnen haben. Dieser Kanal ist im Laufe der Zeiten wiederholt verfallen und wieder erneuert worden. Wir erfahren z. B. von Herodot, daß Dareios Hystaspes ihn im Jahre 522 v. Chr. wieder hat ausbauen lassen. Ähnliches wird von Ptolomäus Philadelphus berichtet, der von 286 bis 247 v. Chr. in Ägypten regierte. Im Jahre 31 v. Chr. benutzte Kleopatra diesen Kanal, um sich nach dem roten Meer zu flüchten, blieb aber wegen zu geringer Wassertiefe mit ihren Schiffen darin sitzen. Der verfallene Kanal wurde später von den Römern unter Kaiser Trajan wieder hergestellt; doch ließ ihn im Jahre 767 der Kalif Abu-Jafur-el-Mansur endgültig zuschütten. Dieser Kanal war der Vorläufer des Suezkanals (erbaut durch Lesseps 1859 bis 1869).

In China bestanden schon um 1100 v. Chr. viele Kanäle, die neben den natürlichen Binnenwasserstraßen mit ausgebauten Leinpfaden und Pferdetreidelei das Hauptverkehrsmittel für Menschen und Güter bildeten und einer besonderen, wichtigen Verwaltung unterstellt waren.

Wir wissen ferner, daß von Nebukadnezar im 6. Jahrhundert v. Chr. im Gebiet von Euphrat und Tigris außer den schon früher bestehenden Ent- und Bewässerungskanälen auch besondere Schiffahrtkanäle erbaut und Stromverbesserungen ausgeführt worden sind.

Was die Römer betrifft, ist es wahrscheinlich, daß von den übrigen Städten in Latium gerade Rom sich eine vorherrschende Stellung dadurch errang, daß es am Tiberfluß lag und auf diesem im Binnenschiffahrtverkehr einen gewissen Handel entwickeln konnte. Später haben sich die Römer nicht als ein besonders Handel treibendes Volk gezeigt, aber mit wachsender Machtstellung sich in großartiger Weise dem Bau von Heerstraßen gewidmet, deren Netz sie über alle Provinzen des großen Reiches ausdehnten. Die Folge hiervon war, daß der Landstraßenverkehr vor dem Binnenschiffahrtverkehr bevorzugt wurde, indem der Handel dem Wege der Legionen nachfolgte. Trotzdem entwickelte sich die Binnenschiffahrt weiter: Wir wissen, daß der Tiber von Schiffen belebt war. Es wird behauptet, daß er im Altertum wasserreicher als heute gewesen sei; doch ist das nicht erwiesen. Zur Zeit des Augustus gelangten Lastschiffe mit 78 t Ladung nach Rom. Gewöhnlich wurden die Seeschiffe aber in Ostia entladen und die Waren in von Ochsen und Büffeln geschleppten Leichterschiffen zur Stadt gebracht. In den nördlichen Provinzen, Gallien, Germanien und Dazien, bildeten sich zur römischen Zeit namentlich die Rhone, der Rhein und die Donau zu Weltstraßen aus.

Durch die Rhone ging der Verkehr vom Mittelmeer durch die Saone und nach kurzem Landweg durch die Mosel zum Rhein. Schon der alte Geograph Strabo hebt in seiner Beschreibung Galliens etwa um Christi Geburt die Leichtigkeit hervor, mit der auf der Rhone schwere Lasten auch bis zur Loire und zur Seine befördert werden können. Lyon war damals der Hauptstapelplatz für den Verkehr nach dem Norden. Der Verkehr soll

(nach italienischen Quellen) damals auf Rhone, Loire, Seine und Mosel so bedeutend gewesen sein, daß für die Schiffer bestimmte genossenschaftliche Rechte und Pflichten festgesetzt waren[1]). Zur bequemeren Verbindung der Rhone mit dem Meere soll schon Marius mit seinen Legionen einen Kanal von Arles zum heutigen Golf von Fox hergestellt haben, dessen Spuren jedoch verschwunden sind. Tacitus teilt mit, daß im Jahre 58 der römische Feldherr Lucius Vetus, um seine Legionen durch nützliche Arbeit vor Müßiggang zu bewahren, den Plan faßte, durch sie einen Kanal von der Saone zur Mosel graben zu lassen. Die Ausführung unterblieb, weil Vetus darauf hingewiesen wurde, daß er durch ein so bedeutendes Werk die Eifersucht des Kaisers Nero erwecken würde. Dieser 104 km lange Kanal ist erst in den Jahren 1874 bis 1882 als Teil des großen französischen Ostkanals gebaut worden.

Am Rhein wurde das von den Ubiern gegründete und im Jahre 50 zur römischen Kolonie gewordene Köln der Mittelpunkt des Verkehrs. Schon im Jahre 10 v. Chr. hat Drusus einen Kanal vom Rhein zur Yssel hergestellt, den sein Sohn Germanicus später, wie Tacitus berichtet, unter Benutzung mehrerer natürlicher Flußläufe bis zur Ems weitergeführt haben soll. Es ist ferner bekannt, daß auf dem unteren Rhein sowie auf der Ems und der Weser wiederholt Flottenkämpfe zwischen Römern und Germanen stattgefunden haben, wobei die letzteren sich als sehr geschickte und erfahrene Schiffer gezeigt haben. Tacitus erzählt z. B., daß in einem Kriege 1000 Schiffe der Batаver auf dem Rhein die Verpflegung der römischen Truppen zu übernehmen hatten. Der Schiffahrtverkehr auf dem Rhein war also schon beträchtlich, wenn auch weniger zu Handels- als zu Kriegszwecken. Die Schiffe der Germanen waren ziemlich ungeschickt gebaut und oft zum Teil aus Tierfellen hergestellt; erst die Römer brachten die bessere Kunst des Schiffbaues dorthin.

Auf der unteren Donau (Ister) hat schon in der vorrömischen Zeit lebhafte Schiffahrt bestanden, die noch bedeutender wurde, als die Römer nach der Eroberung Daziens (106 bis 112 n. Chr.) dort auf beiden Ufern Herren waren. Berühmt ist die Straße, die sie an dem Donauufer durch die Stromenge von Kasan anlegten, und von der noch heute die am serbischen Ufer erhaltene Trajanstafel Zeugnis ablegt. Zur Umgehung des eisernen Tores sollen sie sogar auf dem rechten Ufer einen 3,2 km langen Kanal angelegt haben (?).

An der oberen Donau war der Hauptverkehrsplatz Carnuntum, gegenüber der Einmündung der March gelegen, von wo sich eine wichtige Handelstraße die March entlang nach Norden und bis zur Ostsee und ihrer Bernsteinküste abzweigte. Im übrigen hatte die obere Donau ihre größte Wichtigkeit als Grenzfluß und es bestanden dort mehrere römische Flottenstationen.

1) Daß auf der Seine eine lebhafte Schiffahrt herrschte, wird durch einen römischen Altar bewiesen, der unter Kaiser Tiberius von den Pariser Schiffern Jupiter geweiht war. Er wurde 1740 unter dem Chor der Kirche Notre-Dame gefunden.

2. Die Binnenschiffahrt im Mittelalter bis zur Erfindung der Kammerschleuse (1438).

In den Stürmen der Völkerwanderung gingen die Errungenschaften der römischen Kultur verloren und auch die großen Heerstraßen verfielen mangels genügender Unterhaltung fast vollständig. Es sind dann etwa 1000 Jahre vergangen, bis man im deutschen Reiche wieder zum Bau von Landstraßen schritt. Nachdem unter den Merowingern und namentlich unter Karl dem Großen wieder eine gewisse Ordnung eingetreten war und Handel und Verkehr sich wieder regten, erwiesen sich die natürlichen Wasserstraßen als die besten und fast einzigen Verkehrswege besonders in Deutschland, Frankreich und Oberitalien, wo weitverzweigte Gewässernetze vorhanden waren. Die Binnenwasserstraßen wurden nicht nur allgemein zur Beförderung von Menschen und Waren benutzt, sondern auch besonders als Heerstraßen in Kriegszeiten. Wir wissen z. B., daß Karl der Große im Kriege gegen die Sachsen (etwa 782) die Weser und in seinen Kriegen mit den Avaren (791 bis 797) im heutigen Ungarn die Donau als Heerstraße verwendet hat. Später, zur Zeit der Kreuzzüge (1096 bis 1291), war es wieder die Donau, die als Verkehrsweg viel benutzt wurde.

Abgesehen von diesen kriegerischen Unternehmungen wurde die kräftige Entwicklung der Binnenschiffahrt im Mittelalter besonders durch das Aufblühen der Handelstädte hervorgerufen. Diese waren zwar infolge des Aufschwungs des Seehandels zum großen Teile Seehäfen; aber es ist sicher kein Zufall gewesen, daß sie meistens an solchen Stellen entstanden, wo sie durch einen schiffbaren Strom mit dem Hinterlande verbunden waren. In diesen Häfen wurde großer Wert darauf gelegt, daß sowohl See- wie Binnenschiffe unmittelbar bis an die Speicher der Kaufleute gelangen konnten. In erster Linie sind Brügge, Antwerpen, Bremen, Hamburg, Lübeck, Stettin und Danzig[1]) zu nennen, die zum Teil schon im 11. und 12. Jahrhundert wichtige Handelsplätze waren. Für die Binnenwasserstraßen waren am Rhein neben dem unbestrittenen Mittelpunkt Köln noch Mainz, Worms und Straßburg von Bedeutung, während an der Donau Regensburg den Handel bis Ofen und Belgrad beherrschte. In Mitteldeutschland hoben sich zuerst Erfurt und Halle, dann Leipzig und Magdeburg empor. Dieser letzte Ort war schon vor Kaiser Ottos Zeit (936 bis 973) für den Elbeübergang wichtig[2]). In Süddeutschland waren Augsburg und Nürnberg die wichtigsten Handelsplätze.

---

1) Brügge und Antwerpen werden zuerst im 7. Jahrhundert erwähnt; Bremen wurde 787 Bischofsitz; in Hamburg erbaute Karl der Große 811 Burg und Kirche; Lübeck wird zuerst etwa im Jahre 1000 genannt; Stettin war eine alte wendische Ansiedlung, die nach der Zerstörung von Jumme (Vineta?) im Jahre 830 etwa im 12. Jahrhundert ein wichtiger Handelsplatz wurde; Danzig war im 10. Jahrhundert die Hauptstadt von Oberpommern; 997 predigte Bischof Adalbert dort.

2) Karl der Große richtete 805 die Grenzburgen ein, wo die nach dem Ausland handelnden Kaufleute einen Ausgangszoll zu entrichten hatten. Eine solche war auch Magdeburg, also das

Das Aufblühen der großen Handelstädte wurde wesentlich durch das ihnen vom Kaiser verliehene Stapelrecht (Niederlagsrecht) unterstützt. Dies bestand im allgemeinen darin, daß die Waren, die auf dem Wege zu ihrem Bestimmungsorte zu Lande oder zu Wasser die betreffende Stadt berührten, dort ausgeladen und einige Tage lang zum öffentlichen Verkauf gestellt werden mußten. Was davon nicht verkauft wurde, durfte dann weiterbefördert werden. Auf solche Weise mußte sich in den mit diesem Rechte ausgestatteten Städten ein lebhafter Marktverkehr ausbilden, durch den der Reichtum ihrer Einwohner vermehrt wurde. Der Ursprung des Stapelrechts wird in den königlichen Pfalzen (Stapelplätzen) Karls des Großen zu suchen sein. Alle großen Städte suchten dies Recht zu erwerben, viele maßten es sich unberechtigterweise an und es war oft die Ursache von Eifersucht und Streit. Zum Auslegen der Waren bauten die Städte zuweilen besondere mit Kranen ausgerüstete Kauf- oder Stapelhäuser, z. B. Mainz im Jahre 1317, Straßburg im Jahre 1358. Das Stapelhaus von Köln ist noch heute bekannt.

Wichtige Stapelrechte für die Binnenschiffahrt besaßen im Mittelalter und in späterer Zeit: am Rhein Dortrecht, Köln, Mainz, Speyer und Straßburg, an der Mosel Trier, am Main Frankfurt, am Neckar Heilbronn, an der Donau Wien, Passau, Regensburg, Ingolstadt, Ulm und Donauwörth (für Salz), an der Weser Bremen, Minden (für Getreide) und Münden, an der Elbe Hamburg, Magdeburg, Dresden, Pirna (für Getreide) und außerdem Lüneburg[1]), an der Oder Stettin, Frankfurt und Breslau, an der Weichsel Danzig und Thorn, ferner noch Berlin, Lübeck und Königsberg i. Pr. Im Binnenlande hatte außerdem das Stapelrecht von Leipzig große Bedeutung. Diese Aufzählung macht auf vollständige Genauigkeit keinen Anspruch, zumal manche Stapelrechte bestritten, zuweilen auch nur mit gewissen Beschränkungen verliehen waren. In späteren Jahrhunderten, als die Handelsbeziehungen weiter reichten und bestimmte kaufmännische Lieferungen auf große Entfernungen übernommen wurden, erwies sich das Stapelrecht als sehr hinderlich. Zwar war es in einzelnen Fällen möglich, sich davon loszukaufen; aber immerhin waren die damit verbundenen Unkosten lästig und drückend. Nur bei wenigen Städten kam es zur Aufhebung dieses Rechts; sie hielten vielmehr meistens zähe daran fest und erst 1815 wurde von dem Wiener Kongreß die vollständige Aufhebung beschlossen.

Im 12. Jahrhundert entwickelte sich in den Städten das Zunftwesen und die Schifferzünfte (auch Schiffleut- oder Ankerzünfte, Brüderschaften, Gilden und ähnlich benannt) waren besonders angesehen. Sie nahmen meistens für gewisse

---

Tor für den Handel mit den Wenden und nach dem Osten. (Später, etwa 1166, nahm wohl Brandenburg diese Stelle ein und dann Frankfurt a. O.) Kaiser Otto verlieh Magdeburg das Marktrecht, schenkte 965 der Stadt verschiedene Zolleinkünfte und erhob es 968 zum Erzstift, dem die neuen Bistümer Havelberg, Brandenburg und Meißen unterstellt wurden.

1) Die Waren mußten in Schnackenburg oder Bleckede ausgeladen und über Land nach Lüneburg geschafft werden.

bei der Stadt gelegene Stromstrecken das alleinige Recht der Befahrung in Anspruch. Ihre in der Regel vom Kaiser bestätigten Satzungen waren in bezug auf ihre Rechte und Pflichten verschieden, gingen aber fast immer darauf hinaus, daß innerhalb der betreffenden Stromstrecke kein Fremder gegen Entgeld irgend welche Waren befördern durfte. Die meisten natürlichen Wasserstraßen wurden dadurch gewissermaßen unter die verschiedenen Schifferzünfte verteilt. Dazu kam, daß einzelnen Städten zwar kein Stapelrecht aber doch ein Umladerecht verliehen war, wodurch bestimmt wurde, daß bei ihnen alle Schiffe ausgeladen und die Waren nur durch Schiffe und Schiffer von ihrer Zunft weiter befördert werden durften. Auch dies Recht wurde in verschiedenen Formen verliehen und bezog sich zuweilen nur auf gewisse Waren. Man erkennt, daß von freier Schiffahrt demnach noch keine Rede war, zumal auch die Frachtsätze meistens von den Behörden festgestellt und geregelt wurden. Das Zunftwesen wirkte in der ersten Zeit segensreich für Handel und Schiffahrt. Die Schifferzunft machte sich durch die Ausbildung der jungen Schiffer und durch die Beaufsichtigung des ganzen Schiffahrtbetriebs im allgemeinen wohl verdient. Auch hatten sie in der Regel die Verpflichtung, das Fahrwasser innerhalb ihrer Strecke in Ordnung zu halten und von Hindernissen möglichst zu befreien. Wenngleich nach damaliger Rechtsanschauung das Hoheitsrecht an allen schiffbaren Gewässern dem Kaiser zustand, so war doch der Gedanke, diese Wasserstraßen etwa aus öffentlichen Mitteln zu unterhalten, noch unbekannt. Ebenso wie das Stapelrecht gaben auch die Berechtigungen der Schifferzünfte oft Veranlassung zum Streit zwischen den Städten[1]). Mit der weiteren Entwicklung des Handels und der Schiffahrt in späteren Jahrhunderten wurde das Zunftwesen als drückend und hinderlich empfunden. Aber erst am Anfange des 19. Jahrhunderts wurde es in Deutschland allgemein aufgehoben.

---

1) Hier mögen einige Bestimmungen aus den Satzungen der Straßburger Zunft mitgeteilt werden, die im Jahre 1350 neu bearbeitet waren:

Die Straßburger Kaufleute durften auf eigenen Schiffen ihre Waren befördern; die Schiffe mußten aber durch Zunftgenossen bemannt werden. Die Schiffer durften nur Zunftgenossen als Steuerleute nehmen.

An der Spitze der Zunft standen die 5 »Fertiger«. Sie hatten die Pflicht, vor Einladung der Waren das Schiff und Geschirr auf ihre Tauglichkeit zu prüfen und mußten bei der Beladung anwesend sein. Sie stellten die Menge der eingeladenen Waren fest und die Stadtbehörde erhob darauf ihre Gebühren. Die Fertiger wurden »als fromme, ehrbare Leute« aus den Zunftgenossen gewählt und vom Rat vereidigt.

Vor Abgang jedes größeren Schiffes mußte das Fahrwasser untersucht und jeder gefährliche Baumstamm durch einen Pfahl bezeichnet werden. Wenn bei der Fahrt ein Schiffer neue Hindernisse fand, mußte er dies den Fertigern anzeigen.

Die von oberhalb (Basel oder Breisach) und von der Ill kommenden Schiffe mußten in Straßburg die Waren der Straßburger Zunft zur Weiterbeförderung überlassen. Wenn fremde Schiffe innerhalb dreier Tage keine Rückfracht fanden, mußten sie leer zurück fahren. (Vgl. Löper, Die Rheinschiffahrt Straßburgs in früherer Zeit. Straßburg 1877.)

Die Schifferzunft soll nach anderen Quellen in Straßburg i. J. 1331, in Speyer 1327, in Mainz um 1332 und in Basel 1354 entstanden sein.

Bei einzelnen Gilden z. B. an der Weser mußte jeder Schiffer vor dem Gildemeister und einem Ratsherrn eine Prüfung ablegen. Es war dort den Genossen auch verboten, fremden Schiffern ein Schiff abzukaufen.

Wenn das Aufblühen der großen Handelstädte mit Stapelrecht und Zunftwesen während des Mittelalters förderlich für die Binnenschiffahrt war, so entstanden andrerseits in dieser Zeit sehr störende Einrichtungen, namentlich die Flußzölle und die Wassermühlen.

Der Ursprung der Flußzölle ist nicht bekannt[1]). Sie werden eingeführt worden sein, als Handel und Binnenschiffahrt einträglich wurden, vielleicht im 8. oder 9. Jahrhundert. Stets galten sie als ein Hoheitsrecht des Kaisers und wurden von ihm an Fürsten, Städte, Klöster usw. verliehen. Während des Mittelalters und noch in späterer Zeit sind sie nicht als Gebühren, sondern als willkührlich dem Verkehr auferlegte Steuern anzusehen, die in die Tasche des Zollberechtigten flossen, ohne daß dieser zu irgend einer Gegenleistung verpflichtet war. Als älteste Rheinzölle werden z. B. die bei Oberwesel im Jahre 966[2]), bei Bingen 983, bei Bacharach 991, bei Remagen 1003 erwähnt; doch steht fest, daß der Zoll von Caub noch älter war und der Zoll von Worms soll schon von Ludwig dem Frommen (814—840) verliehen sein. Eine Urkunde von diesem Kaiser aus d. J. 830 erwähnt bereits die Neckarzölle von Wimpfen und Ladenburg. Vom Rhein verbreiteten sich die Flußzölle schnell über das ganze Deutsche Reich. Schon im Jahre 983 verlieh Kaiser Otto III dem Bischof in Meißen die Elbzölle von Meißen bis Belgern. Die Zahl der Flußzölle nahm allmählich immer mehr zu. Es gab z. B. am Rhein gegen Ende des 12. Jahrhunderts 19 Zollstellen, gegen Ende des 14. Jahrhunderts 62 Zollstellen und an der Elbe gegen Ende des 17. Jahrhunderts 48 Zollstellen. An den übrigen Flüßen war es ähnlich.

Wenn die Kaiser und Fürsten Geld brauchten und eine Anleihe machen mußten, wurden zuweilen die Flußzölle verpfändet und die Schulden gewöhnlich mit dem zehnfachen Betrage abgelöst. Die Bequemlichkeit, aus der Binnenschiffahrt große Einnahmen zu erzwingen, verlockte frühzeitig einzelne Städte, kleine Fürsten und Ritter, ohne kaiserliche Erlaubnis auf eigene Hand Zollstellen einzurichten. Im Jahre 1157 wurde z. B. festgestellt, daß auf dem Main unerlaubte Zollerhebungen stattfanden[3]). Der Kaiser hob darauf alle Mainzölle mit Ausnahme von Frankfurt, Aschaffenburg und Neustadt auf. An anderen Stellen, z. B. am Rhein, wurden besonders im 12. und 13. Jahrhundert durch Grafen und Ritter sogar Raubzölle mit Waffengewalt erhoben. Das war in der Zeit, als auch die Landwege durch die Raubritter überall im Reiche unsicher gemacht wurden. Da die kaiserliche Gewalt nicht ausreichte, um diese Ausschreitungen zu unterdrücken, schritten die großen Städte zur Selbsthilfe. So entstand 1254 der erste rheinische Städtebund auf Anregung von Worms und Mainz. Mit ihrem Heer und einer Flotte, die aus 600 Schiffen bestanden haben soll, griffen sie die Raubritter an und zerstörten am Rhein z. B. die

1) Schumacher, Zur Frage der Binnenschiffahrtabgaben. Berlin 1901.

2) Der Rheinzoll von Oberwesel wurde im Jahre 966 von Kaiser Otto I der Stadt Magdeburg geschenkt. Vgl. Sommerlad, Die Rheinzölle im Mittelalter. Halle 1894.

3) Quetsch, Geschichte des Verkehrswesens am Mittelrhein. Freiburg i./B. 1891.

Burgen Reichenstein unterhalb Bingen, Ingelheim und auch Schloß Rheinfels, von wo aus der Graf von Katzenellenbogen die Schiffahrt besonders geschädigt hatte. Ein im Jahre 1278 gegründeter neuer Städtebund führte sogenannte Landfriedenzölle ein, d. h. ein Geleitsgeld, das von den Schiffern für den bewaffneten Schutz zu entrichten war.

Wenn die Kaiser immer neue Flußzölle einrichteten, kam es zuweilen auch zum Widerstand der Städte. So wird berichtet, daß die Straßburger im Jahre 1349 gegen einen neuen Rheinzoll Einspruch erhoben und als dieser keinen Erfolg hatte, den Rhein in ganzer Breite durch zwei Reihen eichener Pfähle und zwischen gespannte Ketten vollständig versperrten, so daß die Schiffahrt $2^1/_2$ Jahre lang unterbrochen war und der Handel stockte.

Die Kaiser bestimmten auch die Zollbefreiungen und zwar zunächst für einzelne Kirchen und Klöster, zuweilen auch für die am Fluße herrschenden Fürsten, so weit diese nur für den eigenen Bedarf Schiffahrt betrieben, was an den Zollstätten durch einen besonderen Eid jedes Mal bekräftigt werden mußte. Auch einzelne Städte erhielten ganze oder bedingte Zollfreiheit, namentlich für eigene Erzeugnisse, im Rheingebiet z. B. Köln, Straßburg und Frankfurt.

Wenngleich die Zollerhebung unzweifelhaft ein Hoheitsrecht des Kaisers war, so erreichten die Kurfürsten am Rhein seit der Mitte des 13. Jahrhunderts allmählich doch ein Mitwirkungsrecht, das in der goldenen Bulle 1356 erwähnt und später vom Kaiser Wenzel (1379) und vom Kaiser Karl V. (1519) ausdrücklich anerkannt wurde. Seit 1557 wurden von den vier rheinischen Kurfürsten besondere Zollkonvente abgehalten, wobei alle auf die Zölle bezüglichen Angelegenheiten besprochen wurden.

Im Jahre 1453 verlieh Kaiser Friedrich III. seinem Stammhause Österreich das Privilegium voller Zollunabhängigkeit und 1456 erhielt von ihm der Kurfürst Friedrich von Brandenburg die Erlaubnis, in seinem Lande nach Belieben die bestehenden Zölle zu verlegen, zu vermehren oder zu vermindern.

Die Höhe der Zölle schwankte in verschiedenen Zeiten, an den verschiedenen Flüßen und für die verschiedenen Waren. Um die Mitte des 14. Jahrhunderts soll am Rhein der durchschnittliche Zoll für Wein etwa 6 v. H. des Werts betragen haben[1]).

Unter der Last der Flußzölle haben Handel und Binnenschiffahrt jahrhundertelang gelitten. Alle Versuche, sie abzuschaffen, scheiterten: die darauf hinzielenden Beschlüsse des Westfälischen Friedens (1648) blieben erfolglos. Allmählich kamen die Zölle in den Alleinbesitz der Uferstaaten und wurden für sie eine gute, dauernde Einnahmequelle, die sie sich sträubten ohne Ersatz aufzugeben. Auch die französische Revolution und selbst der

---

1) Vgl. Sommerlad. Die Erhebung erfolgte am Rhein nach »Turnosen«. Das Wort erklärt Sommerlad als »Münze von Tours« (Turnos), die im Mittelalter sehr verbreitet und beliebt gewesen sein soll. Andere Schriftsteller verstehen darunter nur eine Verhältniszahl. Sommerlad teilt mit, daß für ein Fuder Wein im Wert von 192 Turnosen ein Zoll von durchschnittlich 12 Turnosen zu erlegen war.

Wiener Kongreß von 1815 konnten sie nicht dauernd und vollständig abschaffen, sondern sie nur beschränken und mildern. Im 18. und im Anfang des 19. Jahrhunderts übernahmen zwar dafür die Uferstaaten in vielen Fällen die Unterhaltung der Ströme und die Zölle verwandelten sich dadurch in Schiffahrtabgaben im heutigen Sinne; aber diese Unterhaltung stand zum Teil nur auf dem Papier. Die Rheinzölle wurden endgültig erst 1867, der letzte Elbzoll 1870 abgeschafft.

Auch das Strandrecht wurde im Mittelalter an den Binnenschiffahrtstraßen fast überall in drückendster Weise ausgeübt. Es ging in späterer Zeit auf die Landesherren über und weltliche und kirchliche Fürsten sowie die Reichstädte wurden davon befreit. Auch andere Handelstädte erreichten vom Kaiser Erleichterungen und Befreiungen. Wir erfahren z. B., daß im Jahre 1263 die Straßburger von dem Strandrecht bei der Talfahrt befreit wurden. Auch Hameln erreichte im Jahre 1277 Befreiung davon.

Während Flußzölle und Strandrecht den gewerblichen Betrieb der Binnenschiffahrt schädigten, wurde der technische Betrieb besonders auf den kleineren Strömen durch die Mühlenstaue behindert.

Die Wassermühlen waren schon den Römern bekannt und Ausonius erwähnt im Jahre 379 eine Mühle in einem Seitenbach der Mosel. Im Jahre 718 soll in Böhmen die erste Mühle gebaut sein und in einer Urkunde Karls des Großen vom Jahre 786 betreffend die Gründung des Bistums Verden a. d. Aller kommt bereits ein »Muhlenbach« vor. Sehr früh scheinen die Mühlen an die Saale gekommen zu sein: die Stadtmühle von Alsleben soll im Jahre 941, die Mühle bei Holleben 1089 erbaut sein und dem Kloster Neuwerk bei Trotha unterhalb Halle wurde 1121 vom Erzbischof das Mahlrecht verliehen[1]). Es scheint die Verleihung dieses Rechts also nicht immer dem Kaiser allein vorbehalten gewesen zu sein. Die Mühle Gottesgnaden bei Kalbe wird im Jahre 1152 erwähnt und der Weserstau bei Hameln besteht schon seit dem 11. Jahrhundert.

Mit dem Vordringen der Deutschen nach der Mark Brandenburg und zur Oder kamen auch die Mühlen dahin. Die dort angesessenen Wenden und Slaven haben schon in früheren Zeiten eine lebhafte Binnenschiffahrt betrieben; aber sie kannten keine Mühlen. Über die Entstehung der Mühlenstaue in der Mark Brandenburg liegen ziemlich genaue Nachrichten vor: Die nachstehende Zusammenstellung von Klehmet[2]) gibt an, wann die einzelnen Mühlen zuerst genannt werden:

Jahr	Fluß	Ort	Jahr	Fluß	Ort
1173	Klinke	Brandenburg	1289	Bäke	Teltow
1190	Emster	Lehnin	1294	Finow	Hegermühle
1232	Havel	Spandau	1298	Spree	Fürstenwalde
1248	—	Lychen	1309	Havel	Brandenburg
1251	Panke	Berlin	1349	Nuthe	Potsdam
1252	Stobberow	Buckow	1349	Havel	Oranienburg
1267	Finow	Niederfinow	1385	Spree	Beeskow
1281	Havel	Zehdenick	1478	Rhin	Alt-Ruppin
1285	Spree	Berlin	1478	Dahme	Königs-Wusterhausen
1288	Havel	Rathenow			

1) Die Windmühlen werden zuerst 1105 in Frankreich, 1143 in England erwähnt.

2) Klehmet, Beiträge zur Geschichte der Märkischen Wasserstraßen bis zum Jahre 1600, Wochenschrift des Architektenvereins in Berlin, 1908, S. 177.

Der deutsche Ritterorden brachte 1228 die Mühlenbaukunst nach Preußen; denn wir erfahren, daß im Jahre 1274 bei Marienburg ein Mühlengraben hergestellt wurde. Um die Ansiedelungen und die Anlage neuer Städte in den eroberten slawischen Ländern zu begünstigen, war die Verleihung der Mühlengerechtigkeit ein vortreffliches Mittel. Davon wurde auch in Schlesien Gebrauch gemacht. Bekannt ist uns, daß z. B. die Mühle in Brieg im Jahre 1240 den Bürgern genehmigt wurde. Die Breslauer Mühlen sollen aus dem 14. Jahrhundert stammen. Aber es waren sicher schon im 13. Jahrhundert viele Mühlen an der Oder vorhanden; denn schon aus jener Zeit sind Klagen über die vielen Mühlenwehre überliefert, durch die der früher lebhafte Schiffahrtverkehr auf der Oder geschädigt worden sein soll.

Es ist klar, daß durch ein quer durch den Fluß gebautes Stauwehr die Schiffahrt unterbrochen wurde und zunächst nichts anderes übrig blieb,

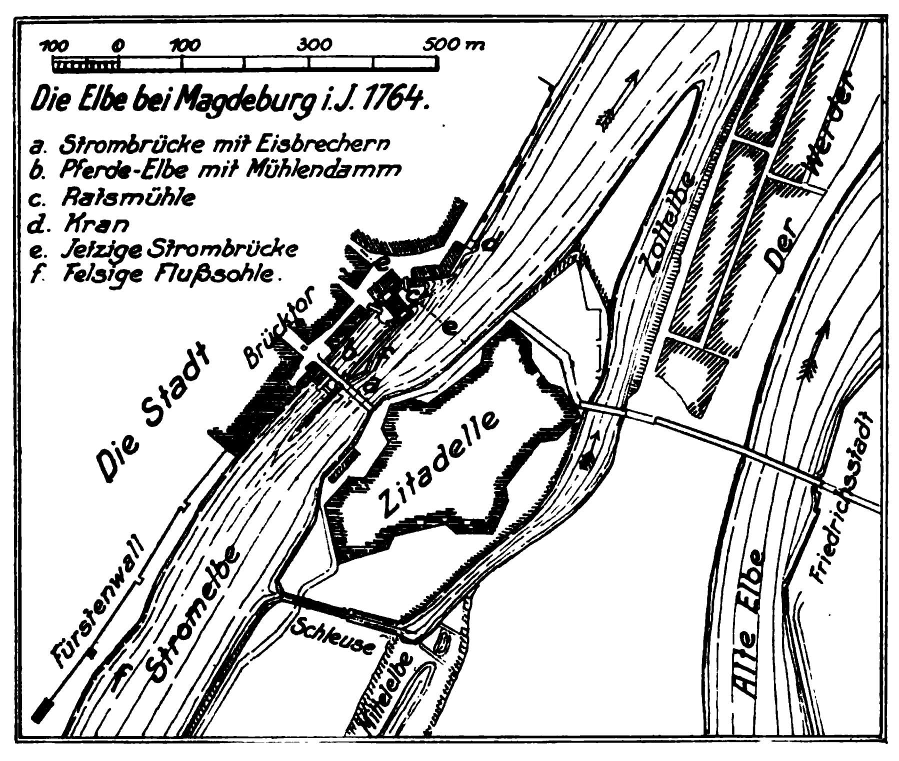


Abb. 3.

als die Waren vor dem Wehr auszuladen und auf der anderen Seite in anderen Schiffen weiter zu befördern. Die Bauart der Stauanlagen war verschieden, zumal auch die Wasserbaukunst damals noch auf niedriger Stufe stand. Deshalb und auch der großen Kosten wegen sind wahrscheinlich in den großen Strömen Rhein, Donau, Elbe (mit Ausnahme der böhmischen Strecke) und Weichsel, keine Wehre durch den ganzen Wasserlauf gebaut worden: man legte die Mühlen zuweilen in Nebenarme oder man errichtete auch im Hauptstrom selbst, an geeigneter Stelle mit starkem Gefälle und festem Untergrund, einen mit dem Ufer gleichlaufenden Damm und zweigte

damit einen Stromteil ab, den man am unteren Ende abschloß, indem man den Damm mit einem Ufer verband. Entsprechend der Länge des Trennungsdammes (Mühlendammes) konnte man so eine gewisse Stauhöhe für den Mühlenbetrieb gewinnen. Eine solche Anlage wurde z. B. in Magdeburg etwa um das Jahr 1400 errichtet, indem man vor dem alten Brücktor auf dem linken Ufer der Stromelbe einen Mühlendamm baute und dadurch die sogenannte Pferdeelbe abzweigte, an deren unterem Ende die Ratsmühle angeordnet wurde. Diese Bauten sind längst verschwunden (Abb. 3).

Die vollständige Sperrung der Wasserstraße durch Mühlenwehre war einzelnen Städten, die im Besitz des Stapel- oder Umladerechts waren, angenehm, weil diese Rechte dadurch sicher geschützt waren. Das traf z. B. für Hameln und Breslau zu. Aber es gelang doch bald, die durch die Stauanlagen für Schiffahrt und Flößerei geschaffenen Hindernisse zu überwinden. Wenn die Wehre, wie z. B. in der Oder, nur als niedrige Dämme aus Holz und Stein hergestellt waren, die bei hohen Wasserständen ganz überflutet wurden, ordnete man an geeigneten Stellen »Wehrlücken« an, indem man diesen Teil etwa in doppelter Schiffsbreite weniger hoch aufführte. Diese Lücken dienten in erster Linie für den Durchgang der Flöße; aber bei günstigen Wasserständen fuhren auch kleine festgebaute Schiffe ohne große Gefahr talwärts hindurch, während für die Bergfahrt oft eine große Zugkraft von Menschen, Pferden oder Ochsen nötig war. Zuweilen wurden zu diesem Zweck oberhalb des Wehrs starke Winden aufgestellt. Dieser Schiffahrtbetrieb war nur bei geringen Stauhöhen möglich. In Schlesien wurde im Jahre 1337 für die Oder vorgeschrieben, daß die Lücken, Matätschen (Floß)-Rinnen genannt, mindestens eine Länge von 9,3 m haben sollten, während die Stauhöhe nicht größer als 0,4 m sein sollte. Doch mußten bei niedrigen Wasserständen die Waren umgeladen werden, zumal dann die Lücken oft geschlossen wurden, um den Mühlen nicht zu viel Wasser zu entziehen.

An der Lahn hatten die steinernen Wehre gleichfalls Lücken, die mit hölzernen geneigten Ebenen zum Hinüberschaffen der Schiffe ausgerüstet waren. An der Fulda wurden die Wehrlücken »Hohlen« genannt.

An Flüssen, die weniger Wasser führen und keine plötzlich eintretende, große Hochfluten haben, wie z. B. Havel und Spree in der Mark, wurden größere Stauhöhen und feste Stauwerke angeordnet, die in der Regel von Hochwasser nicht überflutet wurden. Seit dem 13. Jahrhundert legte man dort zur Umgehung des Staues gewöhnlich »Flutrinnen« an, indem man aus dem Oberwasser seitlich einen Kanal abzweigte, der etwa halbkreisförmig je nach der Örtlichkeit und mit möglichst großem Halbmesser um den Stau herum in das Unterwasser führte, d. h. man legte einen neuen künstlichen Flußarm an. Je länger die Flutrinne, um so geringer war das Teilgefälle und um so leichter konnten die Schiffe es überwinden. Solche Flutrinnen wurden z. B. im Jahre 1232 der Stadt Spandau genehmigt, 1282 von der Stadt Prenzlau in der Ucker angelegt, 1288 bei Rathenow, 1307 bei

Perleberg und vor 1321 bei Brandenburg gebaut. Die Winske bei Oppeln ist gleichfalls als Flutrinne angelegt worden, weil das Gefälle in der Wehrlücke zu stark war (1781?). Auch an der Traun in Österreich, wo die Salzschiffahrt im Mittelalter von großer Bedeutung war, wurde im Jahre 1416 der 12 m hohe Traunfall in ähnlicher Weise durch Anlage einer Flutrinne (Umflut) unschädlich gemacht. Anfänglich waren die Flutrinnen wahrscheinlich offen und man hat sie zum Teil erst später am oberen Ende mit einem hölzernen Schützenwehr geschlossen, um den Mühlen namentlich in trockenen Jahreszeiten nicht zu viel Wasser zu entziehen. Ein solcher Schiffdurchlaß hatte die Gestalt einer gewöhnlichen hölzernen Arche, die durch eine senkrecht bewegliche Schütztafel von entsprechender Breite verschlossen war. Wenn ein Schiff aus dem Ober- in das Unterwasser oder umgekehrt befördert werden sollte, wurde das Schütz aufgezogen. Die im Mittelalter verhältnismäßig kleinen Schiffe konnten in dem heftig abstürzenden Wasser meist ohne Gefahr hinunter kommen, mußten aber umgekehrt mit Aufwendung von entsprechend großer menschlicher oder tierischer Kraft gegen die Strömung hinaufgezogen werden. Es ist klar, daß dieser Betrieb ziemlich roh und beim Verkehr von größeren Schiffen mit wertvollen Ladungen nicht mehr zulässig war. Die Flutrinnen wurden später nach Erfindung der Kammerschleusen entweder als Schleusenkanal benutzt, wie z. B. in Rathenow, oder zur Anlegung neuer Mühlen, wie z. B. in Spandau. Zuweilen sind die Flutrinnen gleichzeitig als Festungsgräben eingerichtet worden, wofür sich manche Beispiele anführen lassen.

Wenn die Örtlichkeit für die Herstellung einer Flutrinne nicht geeignet war, ordnete man den Schiffdurchlaß in dem Stauwehr selbst an, wie z. B. die »Freiflutschleuse« von Hameln; solche Durchlässe konnten nur mit großer Beschwerlichkeit von der Schiffahrt benutzt werden[1]).

Außer den festen Wassermühlen bürgerten sich im Mittelalter auch die Schiffmühlen ein, die von Belisar im Jahre 537 bei der Belagerung Roms durch die Ostgoten zuerst auf dem Tiber angewandt sein sollen. In Deutschland kamen sie namentlich auf die großen Ströme Rhein, Donau, Weser und Elbe, wurden aber für den Schiffahrtbetrieb erst in späterer Zeit lästig.

Anders war es mit den Fischwehren, die gleichfalls im Mittelalter auf vielen Flüssen erbaut wurden und den Schiffverkehr oft behinderten. Viele Klagen darüber sind namentlich im 14. Jahrhundert von der Oder, der Weser und der Ruhr (»Schlachten« genannt) bekannt geworden, weil an ihnen meistens die Waren umgeladen werden mußten.

Trotz aller dieser Bedrückungen und Behinderungen kam die Binnenschiffahrt namentlich im 12. und 13. Jahrhundert zu großer Blüte. Die Schiffe waren klein, hatten gewöhnlich nur eine Tragfähigkeit von 10 bis

1) Die Flutrinnen, Schiffdurchlässe u. dgl. wurden auch als Freiarchen zum Ablassen der schädlichen Hochfluten benutzt. Die in Spandau dazu besonders errichtete Freiarche wird zuerst 1447 erwähnt.

20 t, sehr selten mehr als 50 t und wurden oft nur für eine Talfahrt gebaut. Wenigstens ist dies von den oberen Strecken des Rheins, der Donau, der Weser und der Elbe bekannt. Bei der Bergfahrt wurde der Menschenzug schon frühzeitig durch Pferde- und Ochsentreidelei ersetzt, wo sich am Ufer dazu Gelegenheit fand. Man scheute sich andernfalls nicht, auf einzelnen Strecken mehr als 200 Menschen vor ein Schiff zu spannen. Durchschnittlich rechnete man am Rhein auf ein Pferd oder 7 bis 10 Menschen 10 bis 15 t Ladung. Trotz dieser selbst bei den damaligen niedrigen Arbeitslöhnen hohen Unkosten und den sehr beträchtlichen Zöllen und Abgaben war die Schiffahrt einträglich, weil man, abgesehen vom Personenverkehr, der damals von großer Bedeutung war, vorwiegend wertvolle Waren beförderte. Die Verschiffung von Massengütern, Bau- und Brennstoffen war im Mittelalter unbekannt, weil sie noch überall billig zu haben waren; selbst Getreide wurde selten auf größere Entfernungen verfrachtet. Die Haupthandelsgegenstände waren Metalle, Leder, Wolle, Garn, Seide, Tuche, Leinen, Waffen, Wein, Heringe, Gewürze, Färberröte, Glaswaren und mancherlei Zierrat und Genußmittel, die zum Teil aus dem Orient kamen, vor allem aber Salz, dessen Beförderung eine große Rolle spielte. Der Handelsweg vom Mittelmeer und von Konstantinopel ging am Anfang des Mittelalters die Rhone und die Donau aufwärts durch die Schweiz und Süddeutschland und dann die zur Nord- und Ostsee fließenden Ströme entlang. Als später Venedig die vorherrschende Macht im Mittelmeer und im Orient war und die Türken Konstantinopel erobert hatten, ging der Donauverkehr zurück und der Handelsweg führte von Venedig über die Alpen nach Süddeutschland, wo Salzburg, Augsburg, Nürnberg, Ulm und Frankfurt a. M. die Hauptstapelplätze wurden. Da die Waren wertvoll und die Schiffslasten klein waren, so hatte das damals oft notwendige Umladen, das man heute nach Möglichkeit vermeidet, keine große Bedeutung, zumal der Zeitverlust nicht so beachtet wurde und billige Arbeitskräfte überall zur Verfügung standen.

Wie oben erwähnt, vollzog sich der Personenverkehr im Mittelalter aus Mangel an fahrbaren Landstraßen überall, wo es irgend möglich war, auf den Wasserstraßen: Kaiser und Könige, weltliche uud geistliche Fürsten und Herren, Kaufleute und andere Bürgersleute machten ihre Reisen mit Vorliebe zu Schiff. Zwischen einzelnen großen Handelstädten bestanden regelmäßige Fahrten für jedermann, die Marktschiffahrten, die in Deutschland von den Kurfürsten als Lehen vergeben oder von den Städten auf eigene Rechnung eingerichtet wurden. Die Marktschiffe zwischen Frankfurt und Mainz werden schon im Jahre 1105 in der Frankfurter Chronik erwähnt. Im Jahre 1413 wurde zwischen beiden Städten eine einheitliche Fahrordnung verabredet. Für die Bergfahrt wurde der Fahrpreis auf 12 alte Heller, für die Talfahrt auf 1 Schillingheller festgesetzt[1]). In Holland entsprachen dieser Einrichtung

1) Vgl. Quetsch.

die »Treckschuiten«. In allen Fällen wurden diese Personenschiffe berg- und talwärts durch Pferde getreidelt. Abgesehen von diesen öffentlichen Schiffen lag die Personenbeförderung meistens in der Hand der Schifferzünfte. Entweder wurde mit diesen der Fahrpreis frei vereinbart oder der Rat der Stadt setzte sie allgemein fest, wie uns z. B. im Jahre 1436 aus Basel berichtet wird.

Wenn wir uns den einzelnen **Wasserstraßen** zuwenden, so ist es beachtenswert, daß man im Mittelalter die Binnenschiffahrt auch auf kleinen Flüssen hoch hinauf bis in das Quellgebiet betrieben hat, die heute gar nicht mehr als schiffbar gelten. Im Rheingebiet wurden z. B. Aare, Reuß, Limmat, Rezat (Nebenfluß der Regnitz) und Sieg befahren, im Wesergebiet die Oker, die obere Werra, die Hörsel (wie uns aus dem Jahre 947 berichtet wird) und die obere Fulda. Im Donaugebiet wurde auf Iller, Altmühl, Inn und Salzach Schiffahrt betrieben und wir erfahren, daß man beladene Schiffe den Inn aufwärts mit Ochsen bis nach Innsbruck schleppte. Aus dieser Befahrung der kleinen Flüsse wird zuweilen der Schluß gezogen, daß sie damals wasserreicher waren oder daß die Höhenunterschiede zwischen Hochwasser und Niedrigwasser nicht so groß waren als heute. Dem kann nicht allgemein beigepflichtet werden: Sehr trockene Jahre in Deutschland kennt schon Tacitus, wenn er berichtet, daß im Jahre 70 n. Chr. wegen allgemeiner Trockenheit kein Schiff mehr auf dem Niederrhein fahren konnte. Alte Klosterchroniken melden ähnliches von dem Jahre 1130. Die Schiffahrt auf den kleinen Flüssen war vielmehr durch den Mangel an Landstraßen[1]) begründet und sie wird wahrscheinlich nur bei günstigen Wasserständen und mit sehr kleinen Fahrzeugen ausgeübt worden sein.

Im Rheingebiet betrieben zuerst die Friesen seit dem 8. Jahrhundert Handel und Schiffahrt bis Worms und Straßburg. Sie brachten Tuche und Seefische und holten Wein. Ihr Hauptsitz war anfangs Duurstede an der Abzweigung des Leck; sie ließen sich aber bald in den oberen Rheinstädten nieder und werden in Worms im Jahre 808 erwähnt, 886 in Mainz, 893 in Duisburg. Auch von kölnischen Schiffen wird schon im Jahre 830 berichtet. Der vom Kaiser bestätigte Kölner Markt wurde seit 994 für andere Handelstädte vorbildlich. Karl der Große nahm sich der Rhein- und Mainschiffahrt ganz besonders an und machte im Jahre 793 sogar den Versuch, den Main mit der Donau durch einen offenen Kanal von der Rezat zur Altmühl zu verbinden.

Die Fahrstraße des Rheins war durch die Felsenstrecke von St. Goar bis Bingen bei niedrigen Wasserständen ganz unterbrochen. Dann mußten die Waren ausgeladen und auf diese Entfernung zu Lande weiter befördert werden. Die ersten Leinpfade sollen zur Zeit der Merowinger und Karolinger angelegt worden sein; bei Ingelheim wird im 12. Jahrhundert ein Leinpfad erwähnt. Die Annahme, daß schon die Römer mit solchen Bauten

1) Deshalb gab es im Mittelalter auch nur wenige Brücken, die die Schiffahrt hätten behindern können.

begonnen hätten, ist nicht erwiesen und scheint unwahrscheinlich. Von Speyer aufwärts gab es weder einen künstlichen noch natürlichen Leinpfad mehr, weil der wilde ungezügelte Strom dort zwischen Inseln und Kiesbänken oft und schnell seinen Lauf veränderte. Auf dieser Strecke konnte deshalb nur mit Menschen getreidelt werden, die nötigenfalls durch das Wasser wateten. Auf der Mosel ist schon im 6. Jahrhundert ein lebhafter Verkehr mit Salz zwischen Metz und Trier betrieben worden.

Im Wesergebiet soll Bremen schon im 11. Jahrhundert Handel mit den Orten an der oberen Werra und Fulda getrieben haben. Wir erfahren, daß diese Stadt 1226 mit den Friesen eine Vereinbarung zur gemeinsamen Wahrung der Sicherheit der Schiffahrt traf. Die Fahrstraße der Weser war seit dem 12. Jahrhundert durch den Stau von Hameln in ähnlicher Weise unterbrochen, wie die des Rheins durch die Binger Felsenstrecke. Eine weitere Sperre entstand in Münden, das 1246 welfisch wurde und seitdem in seinem strengen Stapel- und Umladerecht gegen alle Anfeindungen aufs kräftigste von den hannöverschen Fürsten geschützt wurde. Damit hörte der durchgehende Verkehr zu der Werra und der Fulda für viele Jahrhunderte auf. Das Fahrwasser war auf der Strecke zwischen Münden und Hameln durch Baumstämme, Steine, Inseln, Felsen (Latferder Klippen) und auch durch Fischwehre stark behindert, worüber schon im 8. und 9. Jahrhundert berichtet wird. Auch auf Aller, Leine und Oker war im Mittelalter lebhafte Schiffahrt und Braunschweig besonders im 13. Jahrhundert ein wichtiger Stapelplatz für den Verkehr nach dem Osten. Die im 14. und 15. Jahrhundert gefährlichen Raubritter an der Weser wurden besonders von Bremen erfolgreich bekämpft.

Auf der Elbe muß schon im Jahre 806 Schiffahrt betrieben worden sein; denn als Karl der Große zum Kriege gegen die Wenden zog, wurde sein Heer durch eine große Zahl von Schiffen über den Strom befördert. Aus einer Urkunde vom Jahre 1236 ersehen wir später, daß die Kaufleute aus der Mark lebhaften Handel mit Hamburg getrieben haben, offenbar zu Wasser auf Havel und Elbe. Von der Saale erfahren wir, daß im Jahre 981 die Leiche des in Korbetha gestorbenen Erzbischofs Adalbert zu Schiff nach Magdeburg gebracht wurde und daß im Jahre 1012 der kranke Bischof Tapinos auf gleichem Wege von Merseburg nach Rothenburg befördert wurde. 1127 ließ Otto, Bischof von Bamberg und Apostel der Pommern die auf der Messe in Halle gekauften Waren zu Wasser von dort auf Saale, Elbe und Havel und dann weiter über Land nach Pommern bringen. Wichtig war die Abfuhr von Salz aus Halle und dem Kloster Neuwerk (bei Trotha) wurde im Jahre 1152 das ausschließliche Recht dazu vom Erzbischof Wichmann zu Magdeburg verliehen. Die Nachricht, daß im Jahre 1366 die Schiffschleusen in der unteren Saale durch Hochwasser und Eis so beschädigt wurden, daß die Schiffahrt stockte, wird dahin zu berichtigen sein, daß es sich nicht um Kammerschleusen handelte sondern um Schiffdurchlässe bei den Mühlenstauen, wie sie oben beschrieben worden sind.

Vom Odergebiet sind die Klagen aus dem 13. Jahrhundert über die vielen Mühlen- und Fischwehre in Schlesien schon erwähnt worden. In jenem und im folgenden Jahrhundert bemühten sich die böhmischen Könige, die Wehre zu beseitigen; aber die mehrfach erlassenen Anordnungen (z. B. im Jahre 1337 bis 1349 und 1355) blieben erfolglos. Wichtig war auch auf der Oder im Mittelalter die Beförderung von Salz. Wir erfahren, daß schon im 13. Jahrhundert die Leubuser Salzschiffer jährlich zweimal Salz aus den Niederlagen in Guben und Lebus, wohin es über Land von Halle oder Lüneburg kam, abholten und nach Breslau brachten. Die Schiffe sollen eine Tragfähigkeit von etwa 10 t gehabt haben und auch zur Beförderung von Heringen aus Pommern benutzt worden sein.

Im Weichselgebiet bestand zur Zeit des deutschen Ritterordens im 13. Jahrhundert eine beträchtliche Schiffahrt sowohl auf dem Hauptstrome wie auf Nogat und Drewenz. Namentlich nach der Gründung Thorns im Jahre 1264 diente der Strom als große Handelstraße bis Danzig, nachdem der Orden 1238 einen Vertrag über den Durchgangsverkehr mit Polen geschlossen hatte. Es wird mitgeteilt, daß in Graudenz im Jahre 1327 mehrere Speicher am Strome errichtet waren, daß aber die Schiffahrt sehr gefährdet war und durch Kriegschiffe beständig geschützt werden mußte. Das Thorner Niederlagsrecht soll durch den Hochmeister im Jahre 1403 bestätigt worden sein; es wurde im Jahre 1537 durch den polnischen König Sigismund wieder aufgehoben.

Die Drewenz ist zur Ordenszeit bis Osterode schiffbar gewesen und die Anlage von Mühlen wurde deshalb in diesem Flusse 1436 verboten. Später wurde unter der polnischen Herrschaft im Jahre 1527 die Erlaubnis zu einer Mühle bei Leibitsch erteilt und damit der Schiffahrt ein Ende bereitet.

Auch aus dem Gebiet von Pregel und Memel liegen einige Nachrichten aus dem Mittelalter vor. Wahrscheinlich ist im 14. Jahrhundert die Deime (oder ein Teil von ihr) als künstliche Verbindung zwischen Pregel und Kurischem Haffe angelegt worden und, um den Wasserverlust auszugleichen, wurden bei Tapiau und Labiau Stauschleusen eingerichtet, die vom 15. Jahrhundert bis zum Jahre 1770 dort nachweislich bestanden haben. Da die Fahrt vom Pregel durch die Deime über das stürmische Kurische Haff zum Memelstrom gefährlich war, wie uns über einen dorthin im Jahre 1377 unternommenen Kreuzzug des Herzogs Albrecht berichtet wird[1]), so wurde von den Ordensrittern in der Zeit von 1414 bis 1422 der Versuch gemacht, von Labiau aus einen Kanal nach der Gilge herzustellen. Aber dieser sogenannte Ordensgraben wurde nur 6 km lang und endete im Sumpf.

Außer diesen beachtenswerten Arbeiten des Ritterordens und der oben erwähnten Absicht Kaiser Karls des Großen ist über künstliche Wasserstraßen in Deutschland bis zum Ende des Mittelalters wenig zu berichten.

1) Vgl. Gustav Freitag, Bilder aus der deutschen Vergangenheit Bd. 2, I.

Es sind zwar im 12. Jahrhundert im Mündungsgebiet des Rheins in den Niederlanden einzelne, ursprünglich für Ent- und Bewässerungszwecke angelegte Kanäle zur Schiffahrt benutzt worden, und das mag auch an anderen Orten geschehen sein; aber schleusenlose offene Kanäle zwischen verschiedenen Flußgebieten lassen sich im allgemeinen nur dauernd erhalten, wenn die damit verbundenen Wasserstraßen entweder einem sehr geringen Wasserstandswechsel unterliegen oder ihre Wasserstandsänderungen ziemlich gleichzeitig erfahren, wie z. B. im Ebbe- und Flutgebiet. Andernfalls entstehen in den Kanälen mehr oder weniger starke Strömungen, die die Sohle angreifen, Austiefungen und Versandungen bewirken und sie allmählich zerstören. Das werden auch die Ursachen gewesen sein, die den Verfall der Kanäle vom Nil zum Roten Meer und von der Rhone zum Mittelmeer im Altertum herbeigeführt haben. Von dem ägyptischen Kanal wird uns berichtet, daß er unter Ptolemäus II Philadelphus mit Schleusen abgeschlossen worden sei und man wird darunter vielleicht Abschlußbauten zu verstehen haben, die ähnlich wie die oben beschriebenen Bauwerke in den Flutrinnen angeordnet gewesen sind. Unter dem Namen Stauschleusen oder Fangschleusen sind solche Einrichtungen am Ende des Mittelalters wiederholt benutzt worden, um wasserarme kleine Flüsse durch Aufstau schiffbar zu machen.

Die bedeutendste Anlage dieser Art ist die von Lübeck hergestellte **Stecknitzfahrt.** Schon seit 1188 besaß die Stadt Hoheitsrechte über die Trave und über die Stecknitz (Nebenfluß der Trave) bis hinauf nach dem Möllner See, und wir erfahren, daß im Jahre 1335 in Lübeck besondere Schiffe gebaut wurden, um von Mölln her das Lüneburger Salz auf der Stecknitz nach dem Seehafen zu holen. Der Möllner See wurde durch eine Stauschleuse (die »Oberschleuse«) abgeschlossen, die jedesmal, wenn sich 24 bis 30 mit Salz beladene Schiffe versammelt hatten, geöffnet wurde, damit sie mit der so erzeugten Wasserwelle in dem sonst ziemlich seichten Flusse bis Lübeck hinunter schwimmen konnten (Dienstvorschrift vom Jahre 1342). Da dieser Betrieb sich bewährte, beschlossen die Lübecker, den Wasserweg bis zur Elbe bei Lauenburg zu verlängern, indem sie nach Durchstechung des unbedeutenden Höhenrückens zwischen dem Möllner See und der Delvenau (Nebenfluß der Elbe) auch diesen Fluß, der bereits durch Mühlenwehre bei Büchen und Buchhorst aufgestaut war, durch Einbau von Flutrinnen neben den Mühlen schiffbar machten. Diese Arbeiten wurden in der Zeit von 1391 bis 1398 ausgeführt. Zur Vergrößerung der Fahrwassertiefe wurden außer den erwähnten 3 Staustufen noch 3 Stauschleusen in der Stecknitz und 5 in der Delvenau angelegt, die in späterer Zeit, namentlich zum Abschluß der 8 km langen Scheitelhaltung noch vermehrt werden mußten, so daß schließlich in der 94 km langen Wasserstraße 17 Staustufen vorhanden waren. Der Wasserspiegel der Scheitelhaltung lag etwa 17 m über dem Spiegel der Trave und etwa 12 m über dem Mittelwasser der Elbe bei Lauenburg. Wenn die Abmessungen des hergestellten

Grabens (7,5 m Breite und 0,85 m Wassertiefe) auch nur geringe waren, müssen wir doch diesen ersten europäischen Scheitelkanal als ein bedeutendes Kulturwerk anerkennen. Die Schiffe der allein zur Fahrt berechtigten Lübecker »Salzführer-Vereinigung« hatten 10 bis 12 m Länge, 3,5 m Breite und bei 0,3 bis 0,4 m Tiefgang eine Tragfähigkeit von etwa 7,5 t. Später wurden sie größer. Die Abmessungen wurden 1527 durch Verordnung auf 19 m Länge, 3,24 m Bodenbreite, 0,86 m Bordhöhe und 0,41 bis 0,43 m Tiefgang festgestellt, wobei sie eine Tragfähigkeit von etwa 12,5 t hatten. Diese Verordnung blieb bis 1828 in Kraft.

Der Schiffahrtbetrieb war ähnlich wie auf der Stecknitz vor Erbauung des Kanals. An jedem zweiten Tage (wöchentlich dreimal), dem sogenannten Zapfeltage, wurde das angesammelte Stauwasser der Schleusen abgelassen und auf dieser Welle, die das Flußbett etwa 0,80 m hoch anfüllte, fuhren die Schiffe bis zur nächsten Schleuse. Die Talfahrt war nicht schwierig; aber zur Bergfahrt waren 6 bis 8 »Leinenzieher« für jedes Schiff erforderlich. Die Fahrt von Lübeck bis Lauenburg dauerte gewöhnlich 2 bis 3, zuweilen auch 5 Wochen. Trotz dieses mangelhaften Betriebs sollen in der Zeit der Blüte der Kanalschiffahrt (etwa von 1500 bis 1550) jährlich im Durchschnitt allein 12400 t Salz von Lauenburg nach Lübeck befördert worden sein. Auf der Elbe durften die Lübecker nicht fahren; denn Lauenburg besaß das im Jahre 1417 bestätigte Umladerecht, das erst im Jahre 1844 aufgehoben worden ist.

Ähnliche Betriebseinrichtungen bestehen übrigens in mäßigem Umfange noch heute auf der Traun und dienen gleichfalls der Salzschiffahrt.

In Frankreich hat sich die Binnenschiffahrt im Mittelalter ähnlich wie in Deutschland entwickelt. Auch dort waren die Flußzölle das schlimmste Hindernis. Obwohl die Einnahmen ursprünglich dem Könige zufallen sollten, gelangten sie bald in die Hände der Grundherren, so daß es schließlich zur rücksichtslosen Ausbeutung kam[1]). Die französischen Könige bemühten sich vergeblich, diesen Mißbrauch abzuschaffen. Kaufleute und Schiffer griffen später zur Selbsthilfe, indem sie auf den größeren natürlichen Wasserstraßen Vereinigungen bildeten, um gemeinsamen Widerstand zu leisten. Gleichzeitig ordneten sie auch den Verkehr und Handel einheitlich und dadurch entstanden Zustände, die dem deutschen Zunftwesen sehr ähnlich waren. Solche Vereinigungen bestanden im 14. Jahrhundert für die Seine, Loire, Garonne, Rhone, Mosel und Somme. Sie sorgten durch Forträumung von Hindernissen für die Verbesserung des Fahrwassers und erhielten dafür die Befugnis, zur Deckung der Unkosten unter ihren Mitgliedern Abgaben zu erheben. Obwohl sie von der Regierung unterstützt wurden »in dem gerechten Widerstand wider die Anmaßungen der Uferherren«, nahmen die Flußzölle dennoch in erschreckendem Maße zu: auf der Loire bestanden im Jahre 1662 28 Zollstellen, so daß die Waren von Paris nach Nantes zuweilen den Landweg vorzogen. In dieser

1) Schumacher, Die finanzielle Entwicklung der französischen Wasserstraßen. Archiv für Eisenbahnwesen 1899.

Zeit gelang es dem Minister Colbert, den größten Teil der Zölle sowie die allmählich immer mehr den freien Handel beschränkenden Schiffergilden abzuschaffen. Endgültig räumte erst die Revolution 1793 mit diesen Zuständen auf.

Trotz der oben erwähnten kleinen Verbesserungen durch die Schiffergilden befand sich das Fahrwasser der Ströme in sehr verwildertem Zustande. Aber man fing gegen Ende des Mittelalters an, kleinere Flüsse durch Aufstau in ähnlicher Weise wie die Stecknitz schiffbar zu machen. So sind z. B. in der Yonne (Nebenfluß der Seine) und im Lot (Nebenfluß der Garonne) Stauschleusen erbaut worden. Der letztere Fluß besaß auf 272 km Länge 71 Wehre.

In England wurde zuerst im Jahre 1215 in der »Magna Charta« bestimmt, daß die Schiffahrt auf allen Flüssen frei von Zöllen sein sollte. Besonders während der Zeit der Regierung der drei ersten Eduards, von 1283 bis 1377, blühten der Handel, die Städte und die Binnenschiffahrt auf. Im 14. Jahrhundert erwiesen sich auch dort die Mühlen als sehr hinderlich und im Jahre 1351 wurde darum ein Gesetz erlassen, daß sie ohne Entschädigung aus allen Flüssen entfernt werden mußten. In dem Eifer, die natürlichen Wasserstraßen für den Verkehr frei zu machen, wollte man auch alle Brücken, selbst die erste im Jahre 1176 in Stein erbaute Londoner Themsebrücke, beseitigen; aber dazu kam es nicht. In den Jahren 1371 und 1423 wurden noch weitere Gesetze zum Schutz der Binnenschiffahrt erlassen und man setzte zur Beaufsichtigung der Themse und anderer Gewässer besondere Behörden ein[1]).

Von Oberitalien ist bekannt, daß der Po in alten Zeiten eine belebte Schiffahrtstraße war und besonders der Personenbeförderung diente. Auch seine Nebenflüsse sowie die Etsch und andere Küstenflüsse wurden befahren. Nach der Völkerwanderung erwachte wie in Deutschland der Verkehr mit dem Emporblühen der großen Städte, namentlich Mailands und die Verbindung dieser Stadt einerseits mit dem Tessin und andrerseits mit dem Po durch künstliche Wasserstraßen wurde frühzeitig ins Auge gefaßt. Der erste Kanal, von dem wir dort hören (1177), war der sogenannte Ticinello (der kleine Tessin), der bei Tornavento aus dem Tessin abzweigte und bei Abbiategrasso in das Flüßchen Olona, einen Nebenfluß des Po, mündete. Er hat zuerst nur zu Bewässerungszwecken gedient. Die Mailänder machten ihn im Jahre 1257 schiffbar und bauten von Abbiategrasso einen Kanal nach der Stadt, der im Süden derselben bei dem noch heute dort bestehenden Hafen (Darsena di Porta Ticinese) endigte. Sie erhielten so eine Wasserstraße durch den Tessin nach dem Langen See (Lago maggiore), die den damaligen bescheidenen Ansprüchen genügte. Der in späterer Zeit verbesserte Kanal erhielt für die ganze Länge (etwa 50 km) von Tornavento am Tessin über

1) v. Weber, Studie über die Wasserstraßen Englands. Berlin, 1880.

Abbiategrasso bis Mailand den Namen »Naviglio grande« und war anfangs offen, d. h. ohne Schleusen angelegt. Während des Mittelalters hat sich auf ihm ein beträchtlicher Verkehr bewegt. (Vgl. die kleine Karte, Abb. 4)[1]).

Im Jahre 1359 soll Galeazzo Visconti einen Kanal von Mailand in südlicher Richtung nach Pavia und dem Po gebaut haben; es wird aber berichtet, daß dieser wegen zu starken Gefälles nicht benutzbar gewesen ist. Wahrscheinlich ist er aus diesem Grunde bald wieder verfallen.

Im Gebiete des mittleren und unteren Polaufs sollen gleichfalls schon im 11. und 12. Jahrhundert einige Kanäle entstanden sein, die auch zur Bewässerung und zur Vorflut gedient haben. Erwähnenswert ist im Mittellauf der kleine Kanal von Ostiglia, der den Po mit dem Flusse Tartaro verbindet und schon im 11. Jahrhundert genannt wird.

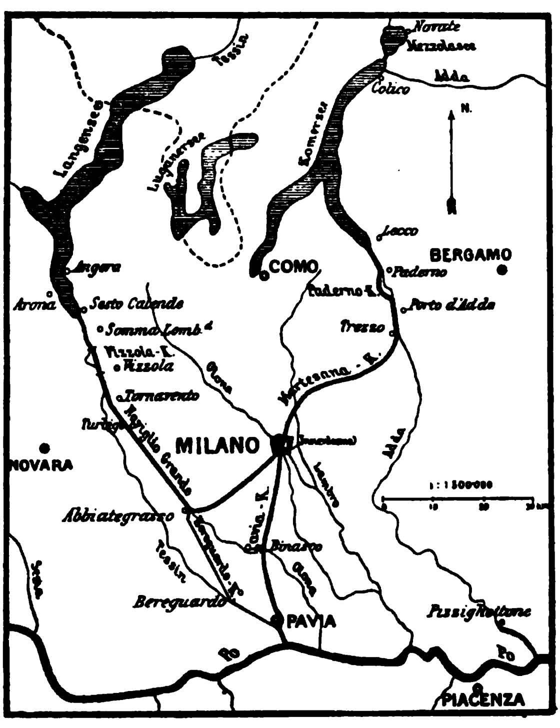


Abb. 4. Oberitalienische Wasserstraßen bei Mailand.

3. Die Binnenschiffahrt von der Erfindung der Kammerschleuse bis zur Erfindung des Dampfschiffs.

Die Erfindung der Kammerschleuse fällt zeitlich nahe zusammen mit der Entdeckung Amerikas (1492) und des Seewegs nach Ostindien (1498). Diese beiden Ereignisse bewirkten in dem europäischen Handel einen gewaltigen Umschwung: Venedig und der Mittelmeerhandel verloren allmählich ihre Bedeutung, die Seeschiffahrt entwickelte sich schnell auf den großen Weltmeeren, Portugal, Spanien und Holland traten in die Reihe der Seehandel treibenden Völker ein und die niederländischen Seehäfen wurden für Mitteleuropa die wichtigsten Handelsplätze. Für Deutschland bekamen Hamburg und Bremen größere Bedeutung.

In diesem Zeitalter wuchs die Macht der einzelnen Landesherren und namentlich in Deutschland entstanden kraftvolle Staaten, während die Selb-

1) H. Keller, Der zehnte internat. Schiff.-Kongreß in Mailand. Zentralblatt der Bauverwaltung 1905, S. 527.

ständigkeit und die Bedeutung der Städte allmählich zurückging. Hervorragende Fürsten gelangten zur Überzeugung, daß der Wohlstand ihrer Länder nur durch Hebung von Handel und Gewerbe vermehrt werden könnte, und bemühten sich darum, die Binnenschiffahrt, die noch immer das vorzüglichste Verkehrsmittel war, durch Herstellung neuer Wasserstraßen und durch Beseitigung der vielen Verkehrshindernisse zu fördern. In diesen Ländern ging die Pflege der Binnenschiffahrt von den Städten immer mehr auf die Staatsregierungen über.

Vor der Erfindung der Kammerschleusen konnte man keine Kanäle über erhebliche Wasserscheiden führen, um die verschiedenen Stromgebiete miteinander zu verbinden. Wie man die Mühlenstaue in den Flüssen mittels Schiffdurchlässen und Stauschleusen zu überwinden lernte, ist schon beschrieben.

In den alten chinesischen Kanälen beförderte man die Schiffe trocken auf geneigten Ebenen und Rollbahnen mittels einer Winde über die Trennungsmauern zwischen den Kanalhaltungen. In Schweden zog man an geeigneten Stellen die Schiffe einfach über das Land, um von einem See in einen anderen zu gelangen. Diesen Übergangstellen wurde schon im Jahre 1370 eine gewisse Bedeutung beigemessen. In Flandern wird im 14. Jahrhundert über hölzerne geneigte Ebenen »Overdracks« berichtet, die zwischen Bewässerungskanälen mit verschiedenen Wasserständen angelegt wurden, um die Kähne hinüberzubringen, und ähnliche Einrichtungen bestehen für kleine Fischerboote noch heute in der norddeutschen Tiefebene [1]).

Vittorio Zonca beschreibt in seinem 1656 erschienenen Buche »Theatro di Macchine« verschiedene Arten von solchen schiefen Ebenen, auf denen die Schiffe mittels Walzen, mittels Rollen oder mittels Schlitten, die auf kleinen Rädern laufen, befördert wurden. Er erwähnt besonders die Anlage von Lizzafusina in der Brentamündung nahe bei Venedig, wo die Aufzugskraft entweder durch eine Wassermühle oder durch Pferde geliefert wurde, die an Göpelwerken oder Flaschenzügen wirkten [2]). Das waren aber mangelhafte, unbequeme und ungenügende Einrichtungen.

Es liegt kein Grund vor, den **Italienern** den Ruhm zu bestreiten, die Kammerschleuse erfunden und dadurch der Binnenschiffahrt den Weg zu weiterer, glänzender Entwicklung bereitet zu haben. Wir hatten schon oben berichtet, daß der Naviglio grande im Süden der Stadt Mailand endigte. Dort war er mit der älteren Fossa interna (Stadt- oder Festungsgraben) in Verbindung, der gleichfalls zum Schiffverkehr innerhalb der Stadt diente, dessen Wasserspiegel jedoch um etwa 2 m höher lag. Um das beschwerliche Umladen der Güter (namentlich auch der Bausteine für den 1386 begonnenen Dombau) zu vermeiden, führte man einen Betrieb mit zwei Stauschleusen ein, wie wir sie früher beschrieben haben. Das war umständlich und lästig, gab aber die Veranlassung zur Erfindung der Kammerschleuse. Nach italienischen Quellen sollen es Philipp degli Organi aus Modena und Fioravante aus Bologna gewesen sein, die in den Jahren 1438 und 1439 an der Via Arena die erste Kammerschleuse bauten, durch die der Naviglio grande mit dem

---

1) F. B. de Mas gibt in seinem Werke Canaux (Cours de navigation intérieure, Paris 1904) alte Zeichnungen von Overdracks am Flusse Ypres bei Nieuport (S. 210).

2) Im Deutschen Museum in München befinden sich gute Abbildungen. Vgl. auch Th. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues und die Arbeit von Klehmet.

erweiterten etwa 5,3 km langen Stadtkanal (Fossa interna) in Verbindung gesetzt wurde.

Als dies Werk gelungen war, wurde der Stadtkanal sofort durch noch weitere Schleusen von 22 m Länge und 5,2 m Breite aufgestaut. Im Jahre 1457 wurde darauf der Kanal von Abbiategrasso bis Bereguardo am Tessin begonnen (Naviglio di Bereguardo), durch den im Anschluß an den Naviglio grande die Stadt Mailand mit Pavia verbunden wurde. Er wurde mit 12 Kammerschleusen versehen und im Jahre 1470 fertig gestellt. (Vgl. die Karte auf S. 31.)

Um Mailand in nordöstlicher Richtung mit der Adda und dem Comersee zu verbinden, wurde gleichzeitig im Jahre 1457 der Bau des Martesanakanals angefangen, der im Norden der Stadt bei dem heutigen kleinen Kanalhafen (Tombone di S. Marco) beginnt und nach Trezzo an der Adda führt. Er ist nur mit einer Kammerschleuse ausgerüstet und hat sonst natürliches Gefälle. Im Jahre 1500 war er fertiggestellt. Es zeigte sich aber bald, daß der obere Lauf der Adda wegen der Stromschnellen bei Paderno für die Schiffahrt ungeeignet war und es wurde deshalb im Jahre 1538 der 3,5 km lange Padernokanal mit 7 Kammerschleusen zur Umgehung dieser Schwierigkeiten in Angriff genommen, aber wegen politischer Verhältnisse erst im Jahre 1787 fertig gestellt.

Bald nach dem Bau des Bereguardokanals soll auch der inzwischen verfallene Kanal von Pavia wieder hergestellt und mit Kammerschleusen versehen worden sein; aber auch diese zweite Anlage ist im Laufe des 16. Jahrhunderts verfallen. Der heute bestehende Kanal ist erst von Napoleon im Jahre 1805 angeregt und von der österreichischen Regierung im Jahre 1819 vollendet worden. Er ist 33,1 km lang, 1 m tief und hat 14 Kammerschleusen von 30 m Länge und 5 m Breite. Man erkennt aus diesen Mitteilungen, daß infolge der Erfindung der Kammerschleuse in der Lombardei schon am Ende des 15. Jahrhunderts ein für damalige Verhältnisse ausreichendes Netz von Wasserstraßen geschaffen war. (Alle diese lombardischen Kanäle haben bis jetzt im allgemeinen nur eine Wassertiefe von 0,8 bis 1,0 m sowie Schleusenabmessungen von 30 bis 37 m Länge und 5 bis 6,1 m Breite.)

Die erste ausführliche Beschreibung der Kammerschleuse ist in dem Buche »de re aedificatoria« von Leone Battiste Alberti enthalten, das etwa um 1450 geschrieben worden ist.

Ostdeutschland.

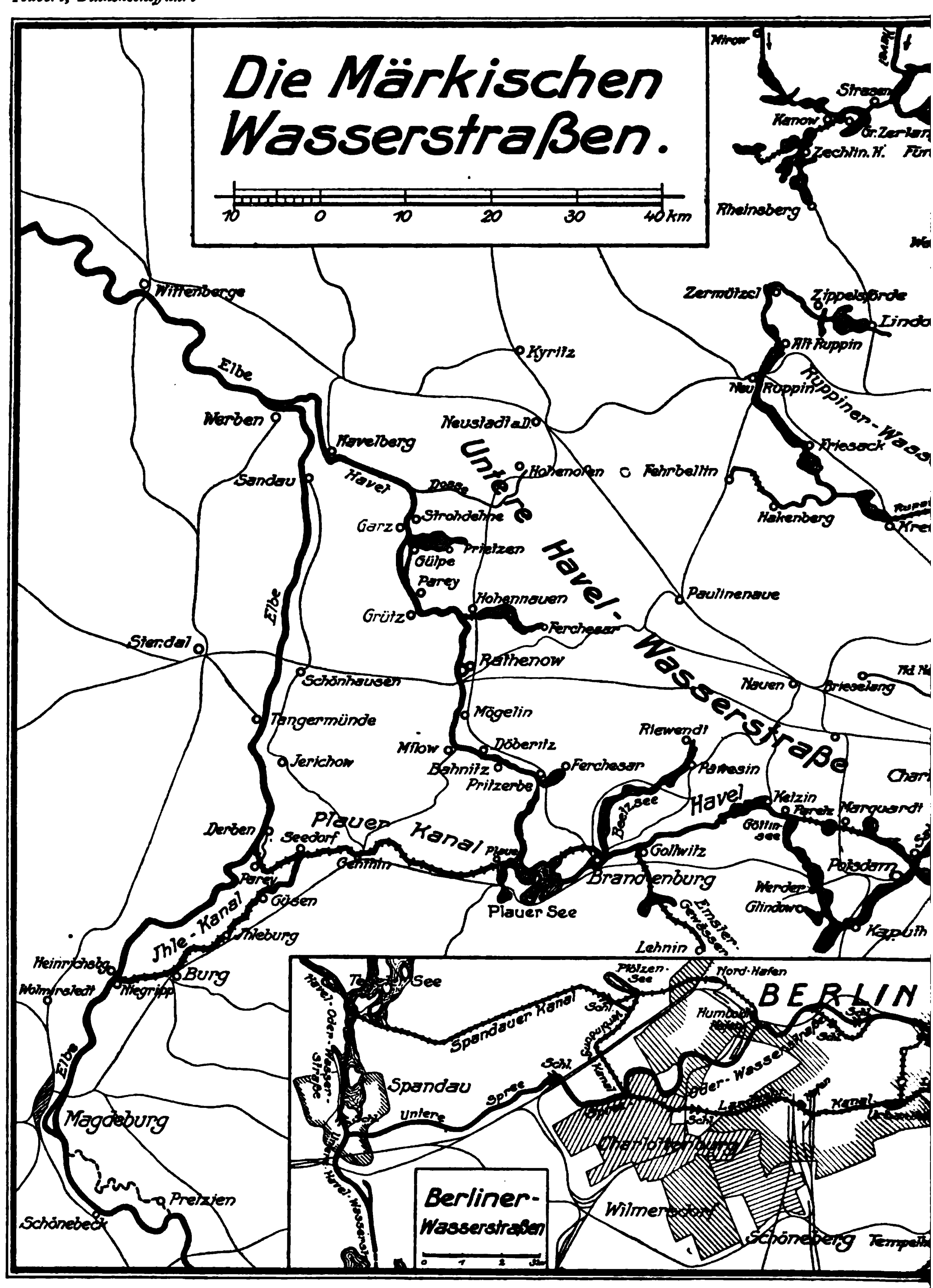
Wann die Kammerschleusen in Deutschland bekannt geworden sind, läßt sich mit Bestimmtheit nicht angeben. Gelegentlich einer Verbesserung des Stecknitzkanals werden schon im Jahre 1480 in einem gewissen Gegensatz zu den dort üblichen Stauschleusen drei »Kistenschleusen« erwähnt und es kann in Frage kommen, ob diese etwa Kammerschleusen gewesen sind. Unmöglich wäre es nicht; denn bei den ausgedehnten Handelsbeziehungen der Hansestädte ist es nicht ausgeschlossen, daß die Lübecker schon frühzeitig von der italienischen Erfindung Kenntnis bekommen haben.

Im Jahre 1530 sollen in der Bille bei Bergedorf an der unteren Elbe Schleusen gebaut sein; aber es ist nicht erwiesen, ob dies Stauschleusen oder Kammerschleusen gewesen sind. Sicher ist, daß man namentlich in Ostdeutschland sich im Anfange des 16. Jahrhunderts vielfach mit Kanalentwürfen beschäftigte. Es wird berichtet, daß der Graf von Holstein in den Jahren 1525 bis 1531 in Gemeinschaft mit Hamburg und Lübeck einen Kanal von Hamburg durch die Alster, Beste und Trave nach Lübeck führen wollte. Aus diesem Plane ist nichts geworden. Bei anderen ausgeführten Unternehmungen jener Zeit sind zuweilen noch Stauschleusen angewendet worden, namentlich in Mecklenburg.

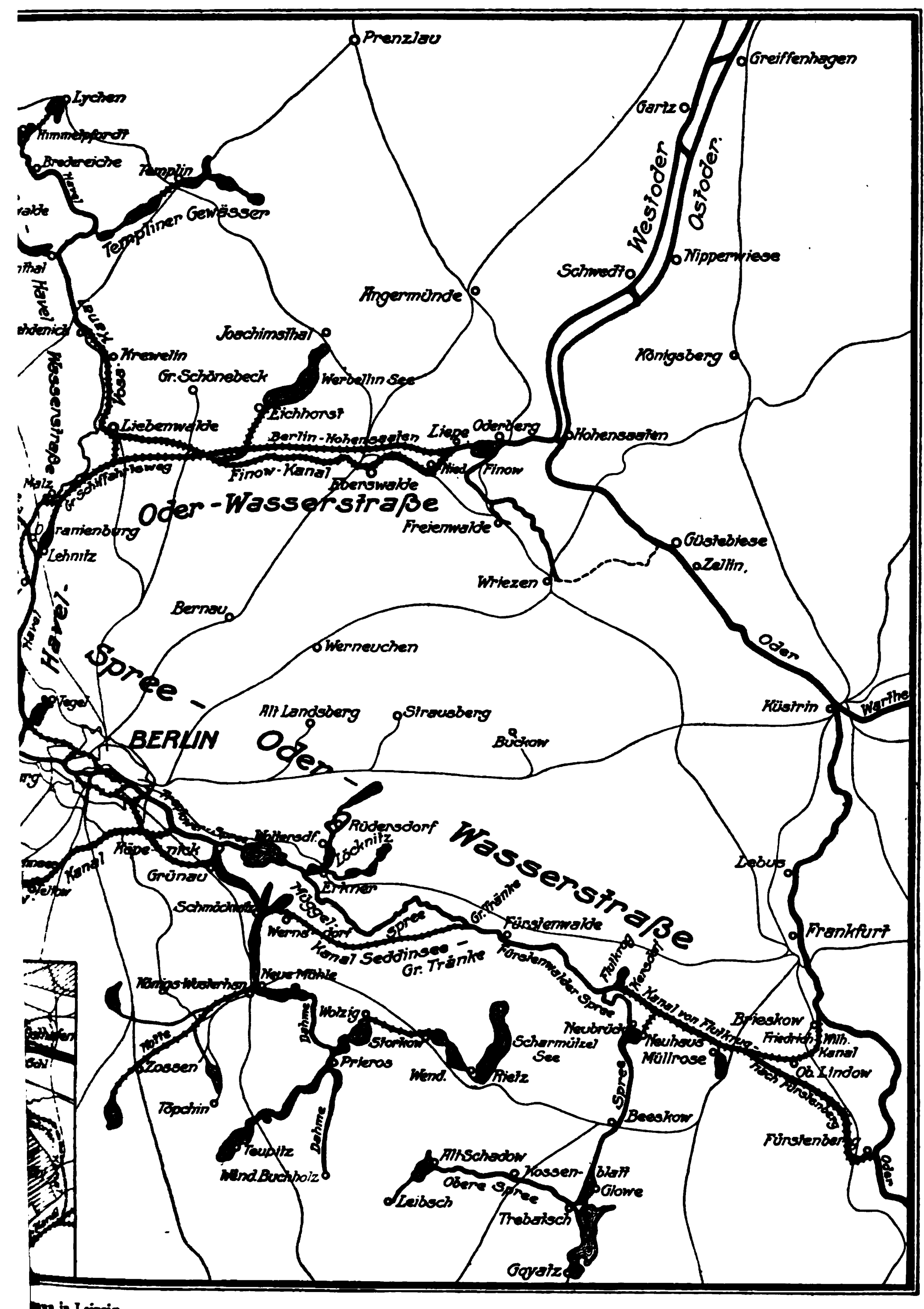
Im Wettbewerb mit dem Lübecker Stecknitzkanal wollte die Stadt Lüneburg die Sude (Nebenfluß der Elbe auf dem rechten Ufer) und die Schaale bis zum Schaalsee schiffbar machen, von wo ein Kanal nach Wismar geführt werden sollte, so daß das Lüneburger Salz auf dem Binnenwasserwege dorthin gelangen konnte. Die Genehmigung wurde im Jahre 1430 erteilt, der Bau von der Elbe bis zum Schaalsee aber erst in den Jahren 1550 bis 1560 mit 15 Stauschleusen ausgeführt. Weil der Anschlußkanal nach Wismar nicht hergestellt wurde, sind die Arbeiten zwecklos geblieben[1]). Von den mecklenburgischen Herzögen wird berichtet, daß sie seit dem Jahre 1480 mit dem Kurfürsten von Brandenburg wegen der Schiffbarmachung der Elde verhandelt haben, deren Unterlauf in der Mark gelegen ist. Sie wollten durch die Elde eine Wasserstraße zum Schweriner See schaffen und diesen durch einen Kanal mit Wismar verbinden. Da der Kurfürst sich nicht geneigt zeigte, gingen die Mecklenburger im Jahre 1560 allein ans Werk, gruben für die Elde von Dömitz aufwärts ein neues Bett, »die neue Elde« (1572 vollendet), und bauten die Stauschleusen Dömitz, Neu-Kaliß, Findenwirunshier und Eldena. Diese Arbeiten wurden 1582 fertig. Dann wurde der Kanal nach Wismar in Angriff genommen und hier sind nachweislich Kammerschleusen gebaut, deren Entwürfe von dem Mathematiker Tilemann Stella aus Siegen erhalten sind[2]). Der Kanal wurde wahrscheinlich niemals ganz fertig; denn wir erfahren, daß er im Jahre 1597 aufgegeben wurde. Auch die Eldewasserstraße hatte keinen großen Erfolg.

In der Mark Brandenburg wurden um die Mitte des 16. Jahrhunderts an Stelle der Flutrinnen bei den Mühlenstauen fast überall Kammerschleusen gebaut: Zuerst wohl die noch heute bestehende Brandenburger Stadtschleuse, die von 1548 bis 1550 aus Holz hergestellt wurde, das der Kurfürst hergab. Wahrscheinlich wurde gleichzeitig die Rathenower Stadtschleuse begonnen und im Jahre 1559 fertig. Die Spandauer Schleuse wird zuerst im Jahre 1572 erwähnt und hier liegt kein Zweifel vor, daß es wirklich eine Kammerschleuse war; denn sie wird sehr bezeichnend »Zwiepaß« genannt. Im Jahre 1578 wurde dann die Schleuse in Berlin und 1588 die in Fürstenwalde gebaut.

1) Stuhr, Der Elbe-Ostseekanal zwischen Dömitz und Wismar. Schwerin 1899.
2) Vgl. Klehmet.



Verlag von Wilh


Prenzlau
Greiffenhagen
Lychen
Gartz
Templin
Templiner Gewässer
Westoder
Ostoder
Schwedt
Nipperwiese
Angermünde
Joachimsthal
Königsberg
Krewelin
Gr. Schönebeck
Werbellin See
Eichhorst
Liebenwalde
Berlin-Hohensaaten
Liepe
Oderberg
Hohensaaten
Finow-Kanal
Finow
Eberswalde
Oder-Wasserstraße
Freienwalde
Oranienburg
Lehnitz
Güstebiese
Zellin
Wriezen
Bernau
Havel
Oder
Werneuchen
Spree-Oder-Wasserstraße
Tegel
Alt Landsberg
Strausberg
Küstrin
Warthe
BERLIN
Buckow
Rüdersdorf
Woltersdorf
Löcknitz
Köpenick
Grünau
Erkner
Debus
Schmöckwitz
Fürstenwalde
Frankfurt
Kanal Seddinsee - Gr. Tränke
Gr. Tränke
Fürstenwalder Spree
Königs-Wusterhausen
Neue Mühle
Kanal von Fürstenwalde
Brieskow
Wolzig
Storkow
Neubrück
Neuhaus
Müllrose
Friedrich-Wilh.-Kanal
Scharmützel See
Prieros
Zossen
Wend.
Rietz
Ob. Lindow
Töpchin
Dahme
Spree
Beeskow
Fürstenberg
Teupitz
Wind. Buchholz
Alt Schadow
Kossenblatt
Glowe
Obere Spree
Leibsch
Trebatsch
Goyatz

Daneben kamen noch zuweilen Stauschleusen zur Ausführung: Zur Schiffbarmachung der Rüdersdorfer Gewässer (wegen des Kalks) wurde z. B. im Jahre 1550 bei Woltersdorf ein Stau errichtet, der, zunächst mit einer Stauschleuse ausgerüstet, erst 100 Jahre später eine Kammerschleuse bekam (1640). Auch bei dem ersten Ausbau der Notte im Jahre 1568 sind vielleicht Stauschleusen angewendet worden.

Die in dieser Zeit an der Saale (S. 26) gebauten Schleusen sind wahrscheinlich schon Kammerschleusen gewesen; denn es wird uns berichtet, daß im Jahre 1559 auf der Moritzburg in Halle zwischen dem Kurfürsten Sigismund und dem Fürsten von Anhalt vereinbart wurde, daß die Schleusen »ewig bleiben und erhalten werden sollen«. Im Jahre 1560 wurde die Schleuse bei Bernburg, 1564 die bei Kalbe erbaut und die Schleuse bei Alsleben soll damals auch schon bestanden haben.

Für die Entwicklung der Binnenschiffahrt und des Handels in Ostdeutschland waren in diesem Zeitraum die Verhältnisse an der Elbe und der Oder und ihre Hafenplätze Hamburg und Stettin von Bedeutung, sowie das Aufblühen von zwei Staaten, die von zielbewußten Herrscherfamilien geleitet wurden: im Süden Böhmen mit Schlesien und der Lausitz (seit 1355 vereinigt) und im Norden die Mark Brandenburg. Für beide Staaten waren die beiden Ströme die wichtigsten Handelsstraßen.

Als 1415 die Hohenzollern in die Mark kamen, waren Berlin, Brandenburg und Frankfurt schon ziemlich bedeutende, mächtige und selbständige Handelstädte. Berlin[1]) trieb Handel mit Hamburg, Stettin, Magdeburg und Frankfurt. Nach Hamburg, wo schon seit 1213 den märkischen Kaufleuten vom Senat der Handel erlaubt war, hatte es die Wasserstraße der Havel und Elbe; nach Stettin ging der Verkehr zunächst über Land bis Oderberg, wo den Berliner und Köllner Kaufleuten im Jahre 1317 besondere Verkehrserleichterungen beim Übergang auf die Oder verliehen waren; nach Magdeburg wurde die Wasserstraße die Havel abwärts bis Plaue und dann der Landweg benutzt; nach Frankfurt gingen die Waren die Spree aufwärts bis Fürstenwalde und dann über Land.

Durch die hohenzollernschen Kurfürsten wurde die Macht und die Selbständigkeit der Städte beseitigt. Sie mußten aus dem Hansebund ausscheiden und verloren viele Rechte, vorübergehend selbst das Stapelrecht. Für Berlin und Brandenburg war durch das Ausscheiden aus dem Bunde der Hamburger Markt verschlossen und ihr Handel wandte sich mehr nach Stettin, das damals einen lebhaften Verkehr mit Rußland und den nordischen Ländern hatte. Der Kurfürst Joachim II. (1535 bis 1571) begünstigte den Handel nach der Oder und nach Stettin, zumal er mit den pommerschen Fürsten in freundschaftlichen Beziehungen stand, und ließ im Jahre 1540 sogar einen Entwurf zu einem Kanal von der Havel bei Liebenwalde durch

1) Zuerst urkundlich nebst Kölln 1238 und 1244 erwähnt, war damals schon Sitz eines Probstes, also ein Ort von einem gewissen Umfang.

die Finow nach Oderberg aufstellen. Aus dem Entwurfe ist damals nichts geworden, wenngleich dieser Kurfürst sonst viel für die märkischen Wasserstraßen getan hat und besonders die Rüdersdorfer Gewässer (des Kalks wegen) und die Notte (des Sperenberger Gipses wegen) schiffbar machte, wie oben bereits erwähnt wurde.

Im Süden hatte schon Kaiser Karl IV. (1346 bis 1378) als König von Böhmen und Herzog von Schlesien und der Lausitz sich mit großen Entwürfen zu neuen Wasserstraßen beschäftigt, um den Wohlstand in seinen Ländern zu heben. Er wollte die Donau mit der Moldau verbinden und Elbe und Oder sollten die Haupthandelswege seines Staats zum Meere bilden. Aber damals war die Zeit dazu noch nicht reif. Erst im 16. Jahrhundert kam man zur klaren Erkenntnis des wirtschaftlichen Werts der Wasserstraßen.

Kaiser Ferdinand I. (1556 bis 1564) nahm als König von Böhmen nach 200 Jahren diese Gedanken in gewissem Umfange wieder auf. Unter seiner Regierung wurde in den Jahren 1548 bis 1550 die Moldau von Budweis bis Prag für kleine Schiffe zugänglich gemacht, indem man die Mühlenwehre mit Schiffdurchlässen versah. Diese Straße war für die Beförderung von Salz aus dem Salzkammergut nach Böhmen von besonderer Wichtigkeit.

Ferdinand erstrebte auch eine möglichst gute Verbindung der österreichischen Erblande, Böhmen und Schlesien mit den gleichfalls habsburgischen Niederlanden, deren Handelstädte seit Anfang des 16. Jahrhunderts den europäischen Markt beherrschten. Die Handelstraße von den Niederlanden und Westeuropa nach dem Osten Deutschlands, wo im Binnenlande Breslau und Frankfurt a. O. die Hauptstapelplätze für den weiteren Verkehr mit Polen und Rußland waren, ging damals über Frankfurt a. M. und besonders über Leipzig. Breslau und Frankfurt a. O. hatten aber den Wunsch, sich von Leipzig frei zu machen und namentlich, nachdem Hamburg zu einem wichtigen Hafen geworden war, diesen mit Umgehung Leipzigs zu erreichen. Der Hafen von Stettin lag zwar näher; aber seit diese Stadt 1467 das Stapelrecht erhalten hatte, wodurch jedem Fremden die Durchfahrt durch den Stettiner Baum verboten wurde, ging die Schiffahrt zwischen Frankfurt und Stettin zurück und die Frankfurter wie die Breslauer beförderten lieber ihre Waren über Land. Die Schiffahrt auf der Oder war außerdem im 16. Jahrhundert so sehr durch Wehre, Zölle u. dgl. behindert und erschwert, daß die etwas verbesserten Landstraßen in einzelnen Fällen, namentlich um drückende Zölle und Stapelrechte zu umgehen, vorgezogen wurden. Anfangs des 16. Jahrhunderts gingen so von Breslau fast alle nach Hamburg bestimmten Waren zu Lande über Frankfurt nach Fürstenwalde und von dort auf der Spree zu Wasser weiter. Umgekehrt wurden die aus den Niederlanden oder aus England über Hamburg zu Wasser ankommenden Waren in Fürstenwalde ausgeladen und von dort zu Lande nach Frankfurt und Breslau geschafft. Ferdinand versprach 1527 den Breslauern, die Oder wieder zu »öffnen« (wie man damals sagte) und schloß auch 1529 und 1555 mit dem Kurfürsten Joachim II.

von Brandenburg entsprechende Verträge. Bis dahin war z. B. die Schiffahrt zwischen Frankfurt und Krossen nur allein den Frankfurtern erlaubt. Nunmehr wurde wenigstens die Beförderung von Boisalz von Stettin bis Breslau zugelassen und damit ein Anfang für die Wiederbelebung der Schiffahrt gemacht. Ferdinand sorgte später (1561) auch für die Öffnung der Wehre, von denen damals allein zwischen Krossen und Breslau 14 vorhanden waren.

Die Anregung zu dem ersten deutschen Scheitelkanal mit Kammerschleusen, dem **Friedrich-Wilhelm-Kanal,** der die Oder mit der Spree verband, ist von Ferdinand I. ausgegangen, um den schlesischen Handel nach Hamburg zu leiten[1]). Er scheint diesen Plan zuerst im Jahre 1548 in Augsburg mit dem Kurfürsten Joachim II. besprochen zu haben. Nachdem ihre Räte 1556 die Örtlichkeit bei Frankfurt untersucht und die Verbindung der Schlaube mit dem Wergensee (Spree) als die passende Stelle befunden hatten, kam es 1558 in Müllrose zum Abschluß des betreffenden Vertrags. Der Kaiser übernahm die Ausführung des kostspieligeren Teils vom Wergensee bis Müllrose und der Kurfürst die Arbeiten im Schlaubetal bis zur Oder bei Brieskow. Der Bau wurde sofort begonnen und von kaiserlicher Seite kräftig gefördert (»Kaisergraben«). Die Arbeiten des Kurfürsten gingen aber langsam vorwärts, zum Teil aus Geldmangel, zum Teil wegen fehlenden Eifers. Namentlich nach dem Tode Ferdinands (1564) kamen im Jahre 1567 die Arbeiten zum Stillstand.

Für Brandenburg waren die Vorteile dieses Kanals damals nicht groß genug, zumal der Kurfürst eine andere Handelspolitik befolgte und, wie oben erwähnt wurde, den Handel seines Landes mit Stettin begünstigte. Unter seinem Nachfolger wurde der Handelsweg von Berlin nach Frankfurt dadurch verbessert, daß oberhalb Fürstenwalde nach Erbauung der dortigen Schleuse die Spree durch einen kurzen Kanal mit dem Kersdorfer See verbunden wurde. An dem See legten die Frankfurter eine Niederlage an und der Landweg von dort bis Frankfurt betrug nur noch etwa 23 km, während von Fürstenwalde früher etwa 38 km zurückzulegen waren.

So ruhte der Kanalbau fast 100 Jahre lang, bis Friedrich Wilhelm, der große Kurfürst, nach Beendigung des dreißigjährigen Krieges wieder an die Arbeit ging. Unterdessen hatten sich die Handels- und Verkehrsverhältnisse verändert und besonders die inzwischen entwickelte Elbeschiffahrt drängte den Kurfürsten zur Herstellung des Kanals.

Seit 1540 hatten sich die Brandenburgischen Kurfürsten gemeinschaftlich mit den Kaisern Ferdinand I. und Maximilian II. (wegen Böhmens) bemüht, die Elbeschiffahrt von den lästigen Fesseln der übermäßigen Zölle, Stapel- und Umladerechte zu befreien oder diese doch zu erleichtern. Aber Lüneburg[2]) leistete hartnäckigen Widerstand, und als die Hamburger eigenmächtig selbst bis Magdeburg vordrangen, erhöhte Lüneburg seine Elbzölle in Bleckede und

1) Toeche-Mittler, Der Friedrich-Wilhelm-Kanal. Leipzig 1891.
2) Vgl. die Fußnote auf S. 16.

Schnackenburg und ließ die Schiffe zuweilen gewaltsam anhalten, ausladen und die Waren nach Lüneburg bringen. Schließlich griff die kaiserliche Gewalt ein und die Schiffahrt wurde 1574 für frei erklärt. Abwärts von Magdeburg war sie es hinfort auch in Wirklichkeit und die Bedeutung dieser Stadt nahm dadurch namentlich für den Handelsverkehr nach dem Osten zu: schlesische und polnische Waren gingen hinfort oft über Land nach Magdeburg, ohne die Mark zu berühren.

Oberhalb Magdeburg war Dresden seit 1443 im Besitz des Stapelrechts. Der Handelsverkehr zwischen Dresden und Hamburg nahm allmählich zu und während des dreißigjährigen Krieges durchfuhren sächsische Schiffer sogar Magdeburg, ohne dessen Stapelrecht zu achten. Im Jahre 1666 fiel diese Stadt an den Kurfürsten von Brandenburg, der alle ihre Vorrechte und besonders auch das Stapelrecht bestätigte. Trotzdem entwickelte sich der unmittelbare Schiffsverkehr zwischen Dresden und Hamburg mehr und mehr und ein Teil des schlesischen und polnischen Handels bevorzugte darum den Weg über Dresden, indem der alte Weg durch die Mark Brandenburg aufgegeben wurde.

Der Kurfürst erkannte, daß nach Herstellung des Kanals zwischen Spree und Oder dieser Handel voraussichtlich wieder vollständig durch sein Land und über Berlin geleitet werden könnte, um so mehr als inzwischen auch die Schiffahrtverhältnisse auf der Oder sich seit jenem ersten versuchten Kanalbau wesentlich verbessert hatten. Nach dem oben erwähnten Vertrage von 1555, der 1567 und 1585 erneuert war, hatte der Verkehr zwischen Breslau und Frankfurt wenigstens zum Teil den unnatürlichen Landweg verlassen und war auf den Strom übergegangen. Auch die Fahrten von Stettin nach Breslau nahmen zu. Dazu kam, daß Ferdinand II. sich bei dem Brandenburgischen Kurfürsten sehr um die Freigebung des Stromes für die Breslauer Schiffer bemüht und trotz des Widerstandes der Stadt Frankfurt, die sich in ihrem Stapelrecht bedroht sah, auch erreicht hatte, daß im Jahre 1628 die bedingte und im Jahre 1657 die unbedingte Freiheit des Stromes auf je 10 Jahre bewilligt wurde. Infolgedessen war um die Mitte des 17. Jahrhunderts der Schiffahrtverkehr zwischen Frankfurt und Breslau schon recht bedeutend und die im Jahre 1648 von der Stadt Breslau an den Kurfürsten gerichtete Bitte um Herstellung des fraglichen Kanals wohl begründet.

Schließlich veranlaßte die Erbitterung gegen die Schweden und die Abneigung gegen die von jenen besetzte Stadt Stettin den Kurfürsten, mit dem Bau vorzugehen. Im Jahre 1653 wurde der Entwurf aufgestellt und 1662 unter Leitung des italienischen Ingenieurs und Kammerjunkers Philippe de Chiese mit den Erdarbeiten begonnen. Die Herstellung von 10 Schleusen und 6 Brücken wurde an den holländischen Schiff- und Mühlenbaumeister Michael Schmidts für 90000 Mark verdungen, der kurz vorher (1657) die neue Schleuse in Berlin gebaut hatte.

(Nachstehend ist in Abb. 5 diese Schleuse dargestellt. Man erkennt darauf auch die Formen der damaligen Schiffe[1]).

Im Herbst 1668 war der Kanalbau nahezu beendet und der erste Berater des Kurfürsten bei diesem Unternehmen, Michael Matthias, setzte sich mit einigen Hamburger und Breslauer Kaufleuten wegen der Einführung der Schiffahrt in Verbindung. Da an 8 bis 10 Stellen der Oder unterhalb Breslau die Matätschenrinnen in den Wehren nur eine Weite von 2,5 bis 3,5 m hätten und die breiten Hamburger Schiffe diese mithin nicht durchfahren könnten, erklärten sie es für zweckmäßig, wenn sowohl die Breslauer wie die Hamburger Schiffe nur bis Berlin gingen und dort umgeladen würden, wozu am Friedrichs-Werder besondere Räumlichkeiten angelegt werden sollten, was 1699 geschah (Packhof). Am 27. Februar 1669 fuhren die ersten 5 Oderkähne von Breslau ab und gelangten am 12. März nach Berlin.

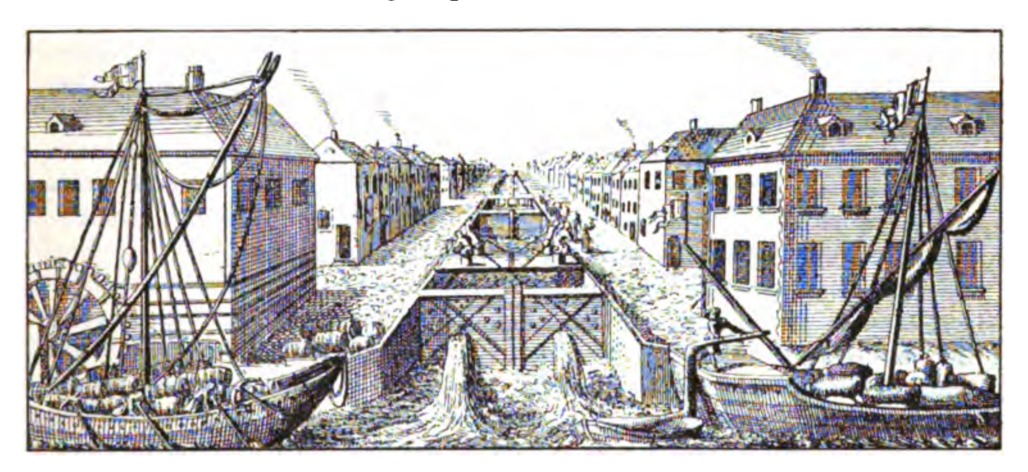


Abb. 5. Die 1657 in Berlin gebaute Schleuse (nach einem alten Bilde.)

Der vom Wergensee (Spree) bis Müllrose gegrabene Friedrich-Wilhelm-Kanal folgte von da aus im allgemeinen dem Schlaubeflusse und mündete in den Brieskower See, eine etwa 3 km lange Seitenbucht der Oder. Die ganze Länge betrug etwa 24 km. Ursprünglich waren 13 Kammerschleusen und außerdem 2 Stauschleusen aus Holz errichtet worden, mit denen die 6,8 km lange Scheitelhaltung beiderseits abgeschlossen war. Auf die Spreetreppe entfielen 2 und auf die Odertreppe 11 Kammerschleusen. Am Anfang des 18. Jahrhunderts, als man 5 Schleusen in Stein umbaute, wurden in der Spreetreppe 1 Kammerschleuse (die Buschschleuse oder Peitzische Schleuse), ferner die beiden Stauschleusen und in der Odertreppe 3 Kammerschleusen (bei Weißenberg, Wusterow und Hammer) beseitigt, wobei die Scheitelhaltung etwa 3 m tiefer gelegt und rund 10 km lang wurde. Sie begann dann bei Neuhaus am Wergensee, wo der gewöhnliche Wasserstand der Spree nur 0,80 m unter dem Kanalspiegel (N.N. + 40,8 m) liegt, während der gewöhnliche Wasserstand der Oder bei Brieskow sich 18,6 m darunter befindet. Die Speisung des Kanals erfolgte vorwiegend durch Grundwasser. Seine Wasserspiegelbreite betrug 18,8 m und die Wassertiefe 1,9 m. Da im unteren Laufe der Schlaube sich mehrere Mühlen befanden, gab es wegen der Wasserbenutzung viele, langjährige Streitigkeiten.

In den Jahren 1827 bis 1868 wurde eine gründliche Verbesserung des Kanals vorgenommen, wobei alle Schleusen durch neue Bauwerke von Stein nach dem Muster des Finowkanals

1) Entnommen aus »Berlin und seine Bauten, 1896«.

ersetzt wurden, die bei einer nutzbaren Kammerlänge von 40,4 m und einer Torweite von 5,3 m je 2 Schiffe von Finowmaß (40,2 m lang, 4,6 m breit und 1,4 m tiefgehend) aufnehmen konnten. Bei Weißenberg wurde ein Denkmal errichtet.

Als von 1887 bis 1891 die neue Spree-Oder-Wasserstraße hergestellt wurde, legte man den Kanal Flutkrug-Fürstenberg auf der Strecke von der ehemaligen Buschschleuse bis Schlaubehammer (11,8 km) in das Bett des alten Friedrich-Wilhelm-Kanals, dessen Wasserspiegelhöhe in der Scheitelhaltung beibehalten wurde. Dabei wurde die Schleuse Müllrose beseitigt und die Strecke von der Buschschleuse bis Neuhaus als Speisekanal benutzt. Von Schlaubehammer bis Brieskow besteht der alte Kanal mit 7 Schleusen noch heute.

Es ist eine beachtenswerte und auch später nach dem Bau von anderen künstlichen Wasserstraßen festgestellte Erscheinung, daß der Handel nur sehr langsam sich entschließt, die alten gewohnten Wege aufzugeben und neue einzuschlagen. Sowohl in Hamburg wie in Breslau herrschte anfangs in den Kreisen der Kaufleute und Schiffer eine ausgesprochene Abneigung gegen den neuen Kanal: Man scheute die drückenden Zölle von Fürstenberg a. O., Krossen und Glogau, glaubte, daß Frankfurt, gestützt auf sein Stapelrecht, die Benutzung des neuen Kanals nicht ohne Entschädigung zulassen würde, und fürchtete, in Berlin oder Müllrose keine Frachten zu bekommen. Daß die Frankfurter alles aufboten, um die Kaufleute in Hamburg und Breslau von der Benutzung des neuen Wasserwegs zurückzuhalten, ist erklärlich. Auch sollen im Jahre 1671 Dresdener Kaufleute sich in Breslau eingefunden haben, um die dortigen Kaufleute zu bewegen, daß sie den bisherigen Handelsweg beibehalten und den neuen Kanal meiden möchten.

Trotzdem hob sich der Verkehr schnell auf dem Kanal und der Umladezwang in Berlin, der von einzelnen Beteiligten heftig bekämpft wurde, hat die weitere Entwicklung der neuen Wasserstraße nicht gehemmt. Selbst später, als die Vorrechte von Frankfurt und Stettin gefallen waren und Stettin als preußischer Seehafen sehr begünstigt wurde, hat der schlesische Handel, mit wenigen Unterbrechungen, vorzugsweise den Weg über Berlin nach Hamburg aufgesucht — wie es noch heute geschieht. Aber nicht nur der schlesische Handel allein wurde auf dem Kanal durch die Mark geleitet; auch aus Österreich und aus Böhmen wurden viele Waren, die früher zu Lande nach Leipzig gebracht wurden, seitdem über Breslau befördert. Welche große Bedeutung man in Österreich dem neuen Kanal und der Oder-Wasserstraße beilegte, ergibt sich daraus, daß man im Jahre 1702 in Wien den Plan einer Kanalverbindung zwischen der Oder und der Donau (durch die March) in Erwägung zog und der Oberbaumeister Lambert-Lambion (nach anderen Quellen ein Ingenieur Vogemonte) einen ausführlichen Entwurf dazu ausgearbeitet haben soll.

Friedrich der Große (1742—1786) hat in großartiger Weise die Binnenschiffahrt in Preußen gefördert; aber seine politischen Ziele waren dabei andere als die seiner Vorfahren. Die Zeiten hatten sich geändert: Im Jahre 1720 fiel Stettin endgültig an Preußen und nach der Erwerbung von Schlesien (1742) war die ganze schiffbare Oder ein preußischer Strom. Das Streben des Königs ging dahin, Stettin zu einem bedeutenden Seehafen zu

machen und möglichst mit allen seinen in Ostdeutschland gelegenen Ländern durch gute Wasserstraßen zu verbinden. Zu diesem Zweck war er bemüht, alle Schiffahrthindernisse auf Oder, Warthe und Netze zu beseitigen, durch den Finowkanal und den Plauer Kanal die Märkischen Wasserstraßen und das Elbegebiet und durch den Bromberger Kanal das Weichselgebiet mit der Oder zu verbinden.

Schon der große Kurfürst hatte sich bereit gezeigt, die drückenden Verkehrsbelastungen auf der **Oder** zu beseitigen und es war ihm im Jahre 1678 geglückt, Stettin und Frankfurt zu wichtigen Zugeständnissen an Breslau zu bestimmen. Bei dieser Gelegenheit war auch der berüchtigte Krossener Zoll für die Breslauer Schiffer herabgemildert worden. Ein weiterer Schritt war der Vertrag von 1723, in dem die Stapelgerechtigkeit von Frankfurt und Stettin auf Eisen, Leinsamen und Thran, die wichtigsten Waren des Oderhandels, zunächst auf die Dauer von vier Jahren erheblich eingeschränkt wurde. Im Jahre 1751 wurde dieses Stapelrecht endgültig nur noch auf Leinsamen beschränkt, das allerdings dann bis 1810 bestanden hat.

Nachdem Schlesien preußisch geworden war, wurden auf der ganzen Oder das Umladerecht und alle ähnlichen Verkehrsbeschränkungen aufgehoben und der König verzichtete zum großen Teil auf seine Zolleinnahmen an der Oder, Warthe und Netze. Das war für die Schiffahrt eine große Wohltat. Im Jahre 1763 wurde die Ufer-, Ward- und Hegungsordnung für Schlesien erlassen, die sehr segensreich gewirkt hat, und in der die Herstellung von Durchstichen zur Verbesserung des Stromes empfohlen wurde. Solche Bauten waren schon in früherer Zeit mehrfach an der Oder ausgeführt worden (z. B. 1494 und 1555 oberhalb Breslau, 1610 unterhalb der Stobermündung und andere) und wurden seitdem in großer Zahl, aber nicht immer in zweckmäßiger Weise, in Angriff genommen. Der bedeutendste war der 21 km lange Durchstich von Güstebiese bis Hohensaathen (1746 bis 1753), der zunächst nur zur Verbesserung der Vorflut im Oderbruch dienen sollte, später aber zum Hauptstrom wurde. Die alte Wriezener Oder versandete und wurde durch Deiche abgeschlossen. Infolge der vielen Durchstiche wurde der Stromlauf erheblich verkürzt, was an manchen Stellen üble Folgen hatte. Es wurden auch andere Verbesserungen am Strome vorgenommen. Dazu gehört besonders die im Jahre 1786 ausgeführte Verlegung der Warthemündung, wodurch die Vorflut des Warthebruchs verbessert wurde. Zwischen Züllichau und Schwedt wurde sogar eine »Stromregulierungs-Kommission« eingesetzt, die mit der Räumung des Fahrwassers von Hölzern und Steinen sowie mit dem Bau von Uferschutzbauten begann.

Sehr wichtig war für die Schiffahrt die Beseitigung vieler Wehre, die seit dem Mittelalter den Verkehr arg behindert hatten (S. 22 u. 27). Schon vor den schlesischen Kriegen waren unterhalb Breslau die Mühlenwehre bei Kottwitz, Leubus, Steinau, Radschütz, Oberbeltsch und Glogau eingegangen. In der Zeit von 1770 bis 1785 wurden die Wehre bei Regnitz, Läskau,

Bartsch und Wilkau beseitigt. Oberhalb Breslau wurden neben den Mühlenwehren von Ohlau und Brieg in den Jahren 1781 und 1782 Kammerschleusen gebaut, bei Oppeln wurde zur Umgehung des Wehrs die Winske als Flutrinne für die Schiffahrt hergerichtet und bei Kosel gleichfalls eine Kammerschleuse angelegt. Bei Breslau war damals noch der Strom gesperrt. Ein schwacher Schiffverkehr ging wohl durch die »alte Oder«, die später, nach Herstellung der beiden Kammerschleusen in der Stadt (am Sandwerder und am Bürgerwerder), in den Jahren 1793 und 1794, durch das »Strauch wehr« abgeschlossen wurde. Vor Ende des Jahrhunderts wurde im Mittellauf der Oder noch das Wehr bei Krossen beseitigt und es blieben unterhalb Breslau die Wehre bei Dyhernfurth, Lübchen und Beuthen, von denen die beiden ersten in den Jahren 1839 bis 1846 und das Beuthener Wehr als letztes endlich im Jahre 1856 abgebrochen wurden.

So wurde die Oder allmählich eine brauchbare Wasserstraße und damit Stettin aus dem ihm zugeführten Verkehr entsprechenden Vorteil ziehen konnte, sorgte der große König rechtzeitig durch die Vertiefung der Swine und die Anlage des Hafens Swinemünde (1740 bis 1746) für eine gute Verbindung der Stadt mit dem Meere.

Der **Finowkanal,** die Verbindung der Havel mit der Oder durch den Finowfluß, war, wie erwähnt (S. 35), schon von dem Kurfürsten Joachim II. im Jahre 1540 geplant worden. Erst 160 Jahre später wurde unter dem Kurfürsten Joachim Friedrich im Jahre 1605 (nach anderen Angaben schon 1603) der Kanalbau begonnen und bis 1609 so weit gefördert, daß ein beladenes Schiff von der Havel durch 5 Kammerschleusen bis Schöpfurt fahren konnte. Dann ruhte der Bau aus Geldmangel bis 1617. Bis Eberswalde wurde darauf der Finowfluß durch 6 weitere Kammerschleusen aufgestaut und im Jahre 1620 die Arbeit zu Ende geführt. Es ist bemerkenswert, daß dieser erste preußische Scheitelkanal zur Ausführung kam, während der etwa 50 Jahre früher in Angriff genommene Bau des Müllroser Kanals eingestellt und aufgegeben war.

Der Kanal war nicht von langer Dauer. Die wenig dauerhaft hergestellten Bauwerke verfielen während der Verheerungen des dreißigjährigen Krieges vollständig. Die obere Havel strömte zeitweise durch den Kanal und die Finow zur Oder, wodurch unterhalb Eberswalde solche Versandungen entstanden, daß die Schiffahrtverbindung dieser Stadt mit dem Lieper See (Oder) unterbrochen wurde. Man war genötigt, die Schleuse Eberswalde zu verschütten und den Kanal bei Zerpenschleuse abzudämmen. Von dem dazwischen liegenden Teil der Schleusentreppe war am Anfang des 18. Jahrhunderts kaum noch eine Spur vorhanden und die Erinnerung an diese Wasserstraße völlig erloschen.

Wir wissen, daß die Politik des großen Kurfürsten den Wasserweg von der Oder oberhalb Frankfurt zur Elbe bevorzugte, und es ist erklärlich, daß man zu seiner Zeit nicht zur Wiederherstellung des Finowkanals schritt.

Friedrich der Große hielt dies Unternehmen aber mit Rücksicht auf Stettin für außerordentlich wichtig und gab im Jahre 1743 den Befehl zum Beginn der Arbeiten, die von 1744 bis 1746 ausgeführt wurden. Es wurde die alte Linie von Zerpenschleuse bis Eberswalde wiederum mit 10 Kammerschleusen hergestellt, wobei teilweise die Böden der alten Bauwerke aufgefunden und wieder benutzt wurden.

Das erste mit 100 Tonnen Salz beladene Schiff ging 1746 durch den Kanal. Bald zeigte es sich, daß nicht nur bei Liebenwalde, sondern zum Abstieg nach der Havel auch bei Dusterlake eine Schleuse nötig war, und außerdem mußte zwischen Schöpfurt und Heegermühle noch die Schleuse Steinfurt eingeschaltet werden. Diese 3 Schleusen wurden 1749 fertiggestellt. Unterhalb Eberswalde genügte der Finowfluß nicht und wurde (1751) durch 3 weitere Schleusen (Ragöse, Stecher und Niederfinow) aufgestaut. Schließlich wurde (1767) der unterste sehr gekrümmte Lauf des Flusses durch einen gegrabenen Kanal ersetzt und mit der Schleuse Liepe am unteren Ende abgeschlossen, die den Rückstau der Oder verhindern sollte. Der Kanal hatte somit im ganzen 16 Schleusen und außerdem eine bei Dusterlake in der »faulen« Havel.

Der Finowkanal bildet heute einen Teil der 102,7 km langen Havel-Oder-Wasserstraße, die von der Einmündung der Spree in die Havel bei Spandau durch die Spandauer Havel, den Oranienburger Kanal, die Friedrichstaler Havel, den Malzer Kanal, den Finowkanal und die Oderberger Gewässer in die Oder bei Hohensaathen führt. Im 19. Jahrhundert sind viele Veränderungen und Verbesserungen an ihm vorgenommen, um den Forderungen des sehr lebhaften Verkehrs zu genügen. Die 11,8 km lange Scheitelhaltung, deren Wasserspiegel auf rund N. N. + 39 m liegt, wurde anfangs (1780) durch einen Speisegraben, den Voßgraben, aus der oberen Havel gespeist. In den Jahren 1823 bis 1828 wurde zur Verbesserung der Speisung ein gleichzeitig schiffbarer Kanal, Voßkanal, nach der Havel geführt und durch die Voßschleuse nebst Speisearche abgeschlossen. Die Schiffahrt konnte so aus der Scheitelhaltung entweder durch die Schleuse Liebenwalde oder durch diese Voßschleuse zur Havel gehen. Bei der Erneuerung einzelner Schleusen der Odertreppe wurden ferner mehrere Haltungen vereinigt, wodurch 2 Schleusen fortfielen, so daß der Abstieg zum Lieper See nur noch 13 Schleusen hat. Dieser See, der Oderberger See und die alte Oder, zusammen die »Oderberger Gewässer«, wurden bei der Eindeichung und Verbesserung des Niederoderbruchs in den Jahren 1849 bis 1860 durch einen hochwasserfreien Damm von der Stromoder abgeschnitten und es mußte für den Schiffahrtverkehr in diesem Damme bei Hohensaathen eine Kammerschleuse gebaut werden. Der Wasserspiegel der Oderberger Gewässer wird gewöhnlich auf N. N. + 1,4 m gehalten und ist in der Regel niedriger als der Wasserstand in der Stromoder, deren Mittelwasser dort etwa bei N. N. + 3,4 m liegt.

In den siebziger Jahren des 19. Jahrhunderts wurde der ganze Finowkanal gründlich verbessert und bei sämtlichen Schleusen je eine zweite Kammer gebaut. Die zweischiffigen Kammern haben eine nutzbare Länge von 40,8 m und eine Torweite von 5,3 m, so daß gleichzeitig je 4 Schiffe von 40,2 m Länge und 4,6 m Breite (Finowmaß) geschleust werden können. Der Kanal wurde ferner möglichst gerade gelegt und fast durchweg dreischiffig ausgebaut, mit einer nutzbaren Fahrwasserbreite von 16 m und einer nutzbaren Fahrwassertiefe von 1,6 m. Der zulässige Tiefgang der Schiffe wurde seitdem auf 1,4 m festgesetzt.

Im Anschluß an den Finowkanal wurde als nördlicher Seitenkanal im Jahre 1766 der Werbellinkanal gebaut, der bei 11 km Länge mit 2 Schleusen zu dem 9,5 km langen Werbellinsee führt. Er ist gleichfalls für Schiffe von Finowmaß, aber mit geringerem Tiefgange, fahrbar.

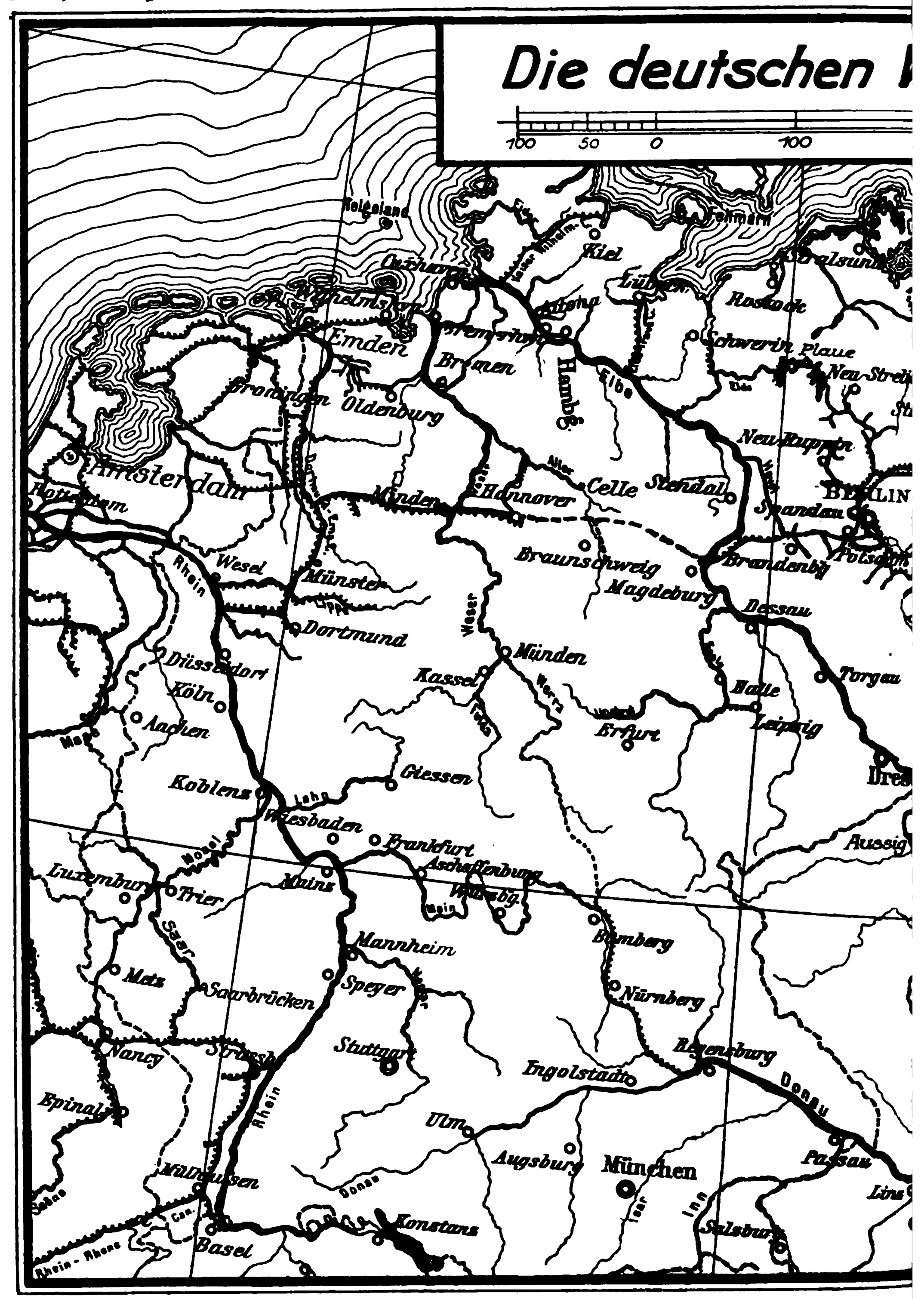
Der **Plauer Kanal,** der die mittlere Elbe bei Parey mit der Havel bei Plaue (Plauer See) verbindet, wurde in der Zeit von 1743 bis 1746, also gleichzeitig mit dem Finowkanal gebaut. Sein Zweck war, den Elbeverkehr

auf kurzem und bequemem Wege durch die Mark nach Berlin und Stettin zu leiten, im besonderen den staatlichen Salzverkehr von Schönebeck a. E. und umgekehrt die Beförderung von Holz und Torf aus der Mark nach den dortigen Salinen zu erleichtern. Die ursprüngliche Kanallinie ging von einem Seitenarm der Elbe, der »Baggerelbe« aus, deren Einmündung in den Hauptstrom 5 km nördlich von Parey beim Derbenschen Berge lag. Der etwa 35 km lange Kanal wurde aus der Elbe gespeist und besaß außer den beiden Endschleusen bei Parey und Plaue noch eine dritte Schleuse bei Kade. Er war von vornherein mit großen Abmessungen versehen; denn das erste Salzschiff soll 39,2 m lang und 6,6 m breit gewesen sein, bei einem Tiefgange von 1,3 m.

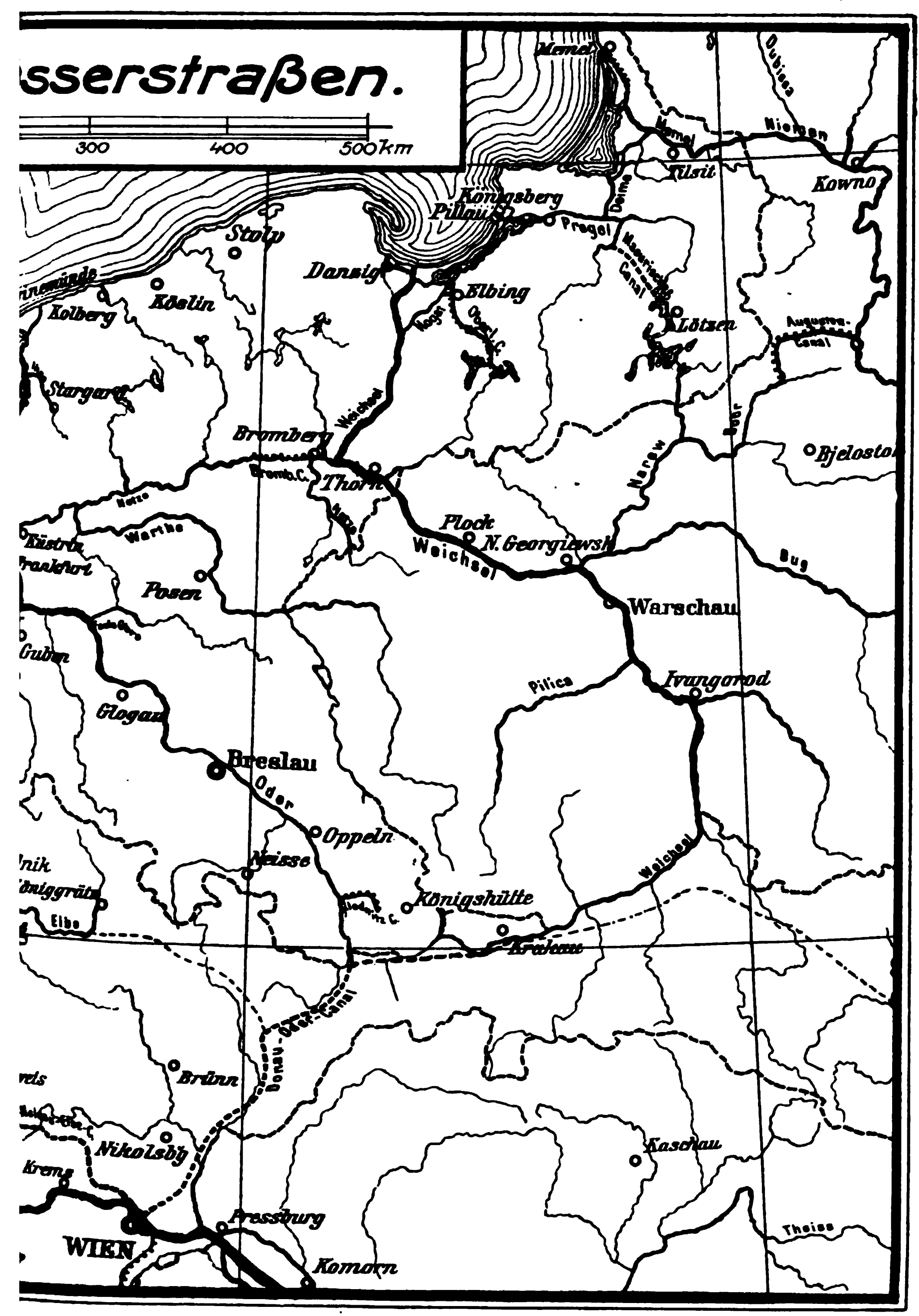
Diese Wasserstraße hat im Laufe der Zeit viele Veränderungen erfahren, die hier im Zusammenhange mitgeteilt werden sollen. Die erste Schleuse, Parey, war in Stein, die beiden anderen aus Holz hergestellt und wurden 1793 (Kade) und 1821 (Plaue) durch neue steinerne Bauten ersetzt. Die Schleuse Parey wurde 1841 erneuert. Die Abmündung des Kanals von der Baggerelbe erwies sich als ungünstig, weil einerseits dieser Seitenarm des Stromes bei Hochwasser gewöhnlich versandete, und andererseits der Elbespiegel am Derbenschen Berge so tief lag, daß bei Niedrigwasser der Kanal nicht genügend gespeist werden konnte. Man entschloß sich daher, dem Kanal eine neue Abmündung aus der Elbe zu geben, die etwa 30 km oberhalb (also näher zu Magdeburg) bei Niegripp gewählt wurde. Von da aus wurde in der Zeit von 1866 bis 1871 der Ihlekanal abgezweigt, der mit 2 Schleusenstufen bei Ihleburg und Bergzow zum alten Kanal hinabstieg und bei Seedorf (27,4 km oberhalb Plaue) sich mit ihm vereinigte. Infolge der schnellen Entwicklung der Schiffahrt genügten die Kanalabmessungen bald nicht mehr und es wurde daher in der Zeit von 1883 bis 1889 der Kanal vergrößert, so daß er eine nutzbare Fahrwasserbreite von 16 m und eine nutzbare Wassertiefe von 1,7 m erhielt. Ferner wurden die Schleusen Ihleburg und Bergzow verlängert und bei den Schleusen Kade und Plaue zweite Kammern erbaut. Diese letzteren waren für den Verkehr von 65 m langen und 8 m breiten Schiffen ausreichend, während die verlängerten Schleusen des Ihlekanals nur von höchstens 7,7 m breiten Schiffen durchfahren werden konnten. Es wurde darum in den Jahren 1889 bis 1893, als bei Parey ein neuer Elbdeich angelegt wurde, in diesem eine neue Kanalmündung und eine genügend große und tiefe Koppelschleuse erbaut, während der anschließende Teil des alten Plauer Kanals angemessen erweitert wurde.

Jetzt ist der Plauer Kanal wieder die Hauptverkehrstraße geworden. Er ist 34,6 km lang. Der Normalwasserstand seiner oberen 26 km langen Haltung liegt bei N. N. + 32,2 m und entspricht dem Niedrigwasser der Elbe vom Jahre 1893, während im Plauer See dieser Niedrigwasserstand der Havel bei N. N. + 27,3 m und das Mittelwasser bei N. N. + 28,3 m liegt. Bei dem Ihlekanal liegt der Normalwasserstand der obersten Haltung bei N. N. + 37,4 m, während das Niedrigwasser der Elbe im Jahre 1893 dort bei N. N. + 36,9 m lag. Die Länge dieses Kanals von Niegripp bis zum Plauer Kanal bei Seedorf beträgt 30 km.

Der dritte große und wichtige Kanal, den Friedrich der Große anlegte, ist der **Bromberger Kanal,** der die Oder durch die Warthe, Netze und Brahe mit der Weichsel bei Fordon verbindet. Als der Netzedistrikt im Jahre 1772 an Preußen gefallen war, beschloß der König sofort den Bau dieser Wasserstraße, um das Odergebiet mit der Weichsel zu verbinden, zumal Danzig damals noch nicht in seinem Besitze war. Mit überraschender Geschwindigkeit und unter Mitwirkung großer Mengen von Soldaten wurde der erste Bau innerhalb 18 Monaten in den Jahren 1773 und 1774 fertig gestellt. Der Kanal war zwischen Bromberg und Nakel etwa 25 km lang, die Brahetreppe hatte 8 Schleusen und eine 9. Schleuse diente zum westlichen Abschluß der Scheitelhaltung und zum Abstieg zur Netze. Die 16,3 km



Verlag von Wilh



ann in Leipzig

lange Scheitelhaltung mußte mit großer Mühe in torfigem Bruchlande hergestellt werden und war schwer zu erhalten. Auch die mit übermäßiger Eile aus Holz gebauten Schleusen versagten bald und in den Jahren 1792 bis 1801 mußte der ganze Kanal erneuert werden.

Bei diesem Umbau wurde auf der Brahetreppe eine Schleuse (die 5.) aufgegeben, die beiden obersten in Holz und die übrigen in Stein erneuert, während im Netzegebiet die 9. auch in Stein neu gebaut wurde. In dem Jahre 1801 wurde der Kanal bis Nakel verlängert und dort die 10. Schleuse aus Holz errichtet. Da der Netzefluß nicht die erforderte Tiefe besaß, wurde er 3 km unterhalb Nakel bei Bielawy im Jahre 1812 durch eine 11. Schleuse aufgestaut. 11 km unterhalb davon war schon 1782 die Gromadenschleuse (12.) zum gleichen Zweck angelegt worden. Diese mußte 1824 und die 11. im Jahre 1844 erneuert werden, während die 10. Schleuse erst 1889 durch einen Bau in Stein ersetzt wurde. In der Brahetreppe wurden die beiden obersten Schleusen (7. und 8.) in den Jahren 1847 und 1852 in Stein neu gebaut.

In der Stadt Bromberg waren schon im Jahre 1773 die verfallenen Mühlen wieder hergestellt und zur Umgehung des Staues die Stadtschleuse in Holz erbaut worden. Nachdem die vorerwähnte 5. Schleuse des Kanals fortgefallen war, wurde die Stadtschleuse als 1. Schleuse des Bromberger Kanals bezeichnet. Im Jahre 1884 wurde sie durch einen Steinbau ersetzt.

Die ganze Länge des Kanals von der Bromberger Stadtschleuse bis zur 10. Schleuse bei Nakel beträgt jetzt 26,3 km. Die Scheitelhaltung, die durch einen Zubringer (Speisegraben) aus der oberen Netze gespeist wird, liegt etwa bei N. N. + 59 m und das Oberwasser der Stadtschleuse (die Oberbrahe) bei etwa N. N. + 35,8 m. Das Gefälle von 23,2 m wird mithin durch 7 Schleusen überwunden. Die Abmessungen der Schleusen sind verschieden; sie können aber alle mit Schiffen von Finowmaß durchfahren werden. Die Fahrwassertiefe beträgt etwa 1,4 m, sinkt zuweilen aber bis auf 1,25 m.

In der **Mark** selbst wurde außer den erwähnten großen Kanälen auch für den Ausbau und die Vermehrung mehrerer kleiner Wasserstraßen gesorgt.

Im Gebiet der oberen Spree wurden die Storkower Gewässer durch 3 Floßschleusen flößbar gemacht (1732 bis 1745) und es wurde je eine Kammerschleuse bei Königswusterhausen in der Dahme (1739) und bei Kossenblatt in der oberen Spree (1752) erbaut.

Im Gebiet der oberen Havel wurden 1745 die Templiner Gewässer schiffbar gemacht, in denen auch oberhalb Templin 2 Kammerschleusen angelegt wurden, die nur bis zum Jahre 1812 bestanden haben. Ferner wurde 1770 Hamburger Kaufleuten erlaubt, den Wentowsee mit der Havel durch den Wentowkanal zu verbinden. Sie bauten bei Mariental zunächst eine Stauschleuse, die vom Staate im Jahre 1820 durch eine Kammerschleuse ersetzt wurde.

Im Rhingebiet wurde die Flußstrecke vom Bützsee bis Fehrbellin gerade gelegt (1772) und diese Wasserstraße durch den Ruppiner Kanal (1786 bis 1791) mit der mittleren Havel bei Oranienburg verbunden, um die Beförderung des im Rhinluch gewonnenen Torfs nach Berlin zu erleichtern. Dieser 15,4 km lange Kanal, dessen Fertigstellung der große König nicht mehr erlebte, zweigte mit der Schleuse Friedental von der Havel ab und stieg mit 2 Staustufen zum Kremmer See, der mit dem oben genannten Bützsee verbunden wurde. Von diesem See aus wurde ferner die obere Rhinwasserstraße durch den Ruppiner See bis Zippelsförde schiffbar gemacht, wozu bei Alt-Friesack und Alt-Ruppin Kammerschleusen gebaut wurden.

Alle diese genannten märkischen Wasserstraßen können von Schiffen mit Finowmaß befahren werden.

Von Friedrich dem Großen stammt ferner die Anregung zum Bau des **Klodnitzkanals,** auf dem die Erzeugnisse des oberschlesischen Kohlen- und Erzgebiets von Gleiwitz bis zur oberen Oder bei Kosel befördert werden sollten. Er wurde unter seinem Nachfolger in der Zeit von 1792 bis 1812 hergestellt.

Der Kanal von 45,7 km Länge und einem Gefälle von 48,8 m liegt ganz in dem Tal des Klodnitzflusses, aus dem er auch gespeist wird. Wenn er die auf ihn gesetzten Erwartungen nicht voll erfüllte, lag es vor allem an den geringen Abmessungen, die nur einen Verkehr mit

Schiffen von höchstens 50 t Tragfähigkeit erlaubten. Schiffe mit Finowmaß, die in der Mark und auf der Oder schon damals verkehrten, konnten ihn nicht benutzen. Er hatte eine Sohlenbreite von 5,65 m und die 18 Kammerschleusen waren nur 36,6 m lang und 4,08 m breit. Bis zum Jahre 1850 war der Verkehr noch ziemlich lebhaft: im Jahre 1847 gingen z. B. 1134 Schiffe zu Tal, 514 zu Berg und beförderten 70350 t. Später verödete der Kanal. Der Verkehr war im Jahre 1865 nur noch 4400 t. In der Zeit von 1888 bis 1893 wurde er verbessert und die Schleusen erhielten eine Breite von 4,72 m, so daß jetzt Schiffe mit 1,2 m Tiefgang und 100 t Tragfähigkeit verkehren können.

Auch für die **ostpreußischen Wasserstraßen** haben die brandenburg-preußischen Fürsten in diesem Zeitraum Sorge getragen. Es war schon früher (S. 27) mitgeteilt, daß die Ordensritter sich im Mittelalter bemüht hatten, von der Deime zur Gilge und zum Memelstrom eine schiffbare Verbindung herzustellen, um die gefährliche Fahrt über das Kurische Haff zu vermeiden. Der Große Kurfürst nahm diesen Gedanken gleich nach seinem Regierungsantritt (1640) wieder auf und wollte dabei auch die Vorflut in der Memelniederung verbessern. Doch erst im Jahre 1669 konnte er dem Obersten von Chiese, der den Bau des Müllroser Kanals geleitet hatte, dies neue Unternehmen übertragen. Als Entschädigung für die auf eigene Kosten bewirkten Bauten zur Entwässerung erhielt dieser die zur Herrschaft Rautenburg gehörigen Güter und für die Anlage des Deime-Gilge-Kanals wurden ihm dessen Zolleinnahmen zugesichert. Durch den Tod des Obersten wurden die Arbeiten unterbrochen und seine Witwe führte im Jahre 1697 das Werk zum Ende. Die beiden Kanäle wurden zu Ehren des ersten preußischen Königs der Große und der Kleine Friedrichsgraben genannt und im Jahre 1712 an den Staat verkauft.

Der 19 km lange Große Friedrichsgraben führt von der Deime bei Labiau zum Nemonienstrome. Er sollte ursprünglich mit 19 m Breite und 1,9 m Wassertiefe ausgeführt werden; doch war es bei dem schlechten moorigen Untergrunde nicht gelungen, diese Abmessungen überall zu erreichen. Später ist er wiederholt mit Aufwendung erheblicher Geldmittel vom Staate verbessert worden (1882 bis 1885 und 1895 bis 1905). Er hat jetzt eine Breite von etwa 40 m, bei Mittelwasser eine Tiefe von 1,8 m und keine Schleusen. Sein Wasserstand schwankt daher mit dem der anschließenden Flüsse. Die Strömung ist aber schwach.

Der Kleine Friedrichsgraben verband, im Anschluß an den Großen, den Nemonienstrom mit der Gilge. Wegen zu großer Strömung und aus anderen Gründen bewährte er sich nicht. Im Jahre 1835 wurde er durch den Seckenburger Kanal ersetzt und im Jahre 1890 endgültig von der Gilge abgesperrt.

Während der Große Kurfürst sich um die Herstellung der vorbeschriebenen Kanäle bemühte, hat sich Friedrich der Große durch den Ausbau der Masurischen Wasserstraßen um Ostpreußen verdient gemacht. Bald nach dem Hubertusburger Frieden (1763) ließ er die in Masuren liegenden großen Seen, die zum Teil (Mauersee und Löwentinsee) dem Pregelgebiet, zum größeren Teil aber (Jagodner See, Taltergewässer und Spirdingsee sowie Beldahnsee und Niedersee) dem Pissek-(Weichsel-)gebiet angehören, durch Kanäle verbinden, so daß eine durchgehende Wasserstraße von Angerburg über Lötzen und Nikolaiken bis zum Spirdingsee und später bis Johannisburg von 88 km und außerdem einige Nebenstraßen von zusammen etwa 50 km Länge entstanden. In der Hauptlinie wurden bei dem in den Jahren 1764 bis 1766

ausgeführten Bau 2 Schiffschleusen bei Lötzen und bei Talten errichtet und ferner in der Nebenlinie zum Niedersee eine dritte bei Guszianka. Es bestand die Absicht, die Wasserstraße von Angerburg die Angerapp abwärts bis zum Pregel bei Insterburg schiffbar oder wenigstens flößbar zu machen und es wurden auch in der Angerapp neben einigen Mühlen Floßschleusen angelegt. Aber dies Unternehmen bewährte sich nicht und wurde bald aufgegeben.

Auch die Hauptwasserstraßen erfüllten auf die Dauer nicht die gehegten Hoffnungen. Der Schiffahrtverkehr war gering und die Flößerei konnte auf den großen Seen nur unter beständigen Gefahren betrieben werden. Die Kanalbetten konnten nur schwer in genügender Tiefe erhalten werden, verflachten und versandeten, besonders in den Seemündungen. 1789 wurden die Schleusen bei Lötzen und Talten beseitigt, weil die Wasserspiegel der Seen sich verändert hatten. Im 19. Jahrhundert wurde die Wasserstraße wiederholt verbessert. In der Zeit von 1845 bis 1848 wurde dabei der Jeglinner Kanal gebaut, wodurch die Wasserstraße bis Johannisburg verlängert wurde. 1851 bis 1856 sind die Verbindungskanäle wiederum verbreitert und vertieft worden, so daß sich 1854 eine Dampfschiffahrt entwickeln konnte. Die Schleuse bei Guszianka mußte schon 1775 außer Betrieb gesetzt werden und wurde erst 1878 in Holz und im Jahre 1900 in Stein wieder hergestellt. Sie hat jetzt eine nutzbare Länge von 45 m und eine Breite von 7,5 m. Die auf den Masurischen Wasserstraßen verkehrenden Schiffe haben höchstens eine Länge von 32 m, eine Breite von 6,3 m und bei 1,2 m Tiefgang eine Tragfähigkeit von etwa 190 t.

Vom Weichselgebiet ist aus diesem Zeitraum wenig zu berichten, weil es fast dauernd unter polnischer Herrschaft stand. Erwähnenswert ist aber, daß die Stadt Elbing, nachdem die früher bestandene Wasserverbindung mit der Nogat wegen Überschwemmungsgefahr im Jahre 1483 durch einen Damm abgesperrt werden mußte, sich 1494 einen Kanal zwischen dem Elbingflusse und der Nogat erbaute, der den Namen Kraffohlkanal erhalten hat.

Er wurde mit Benutzung vorhandener Wasserläufe angelegt und im Laufe der Zeit wiederholt verbessert. Er hat jetzt eine Länge von rund 6 km, eine mittlere Breite von 18 m und eine Wassertiefe von 1,8 m bei Mittelwasser und von 1,2 m bei Niedrigwasser. Ob die im Kanal vorhandene Schleuse beim ersten Bau errichtet wurde, ist nicht bekannt; doch ist sie jedenfalls schon in sehr alter Zeit angelegt worden. Sie wurde 1787 und 1898 gründlich umgebaut und hat jetzt eine Länge von 91 m und eine Torweite von 10 m. Der Kanal steht noch heute im Eigentum der Stadt Elbing.

Für die Verbesserung der Fahrstraße der **Elbe** ist während des 15. und 16. Jahrhunderts nichts geschehen. Im 17. wurden wichtige Bauten bei Magdeburg ausgeführt und hier treffen wir wieder auf die Tätigkeit des Großen Kurfürsten. Die Elbe hatte damals dort drei Arme, von denen der westlichste, die Stromelbe, an der Stadt lag und allein für die Schiffahrt die erforderliche Tiefe besaß (vgl. Abb. 3 auf S. 21). Während der Belagerung der Stadt im dreißigjährigen Kriege (1631 und 1636) wurde dieser Arm durch Pfahlwerke versperrt und versandete. Im Jahre 1655 begann zuerst die städtische Baubehörde mit Verbesserungsarbeiten, die nach dem Jahre 1680, als das Herzogtum Sachsen an Brandenburg gefallen war, mit kurfürstlichen Mitteln kräftig gefördert wurden. Bis zum Jahre 1686 wurde auf diese Weise der Abschluß der beiden östlichen Elbarme durch einen von der Rotenhorn-Spitze bis zum Presterschen Deich reichenden Sperrdamm, die »Roste«, bewirkt.

Die Erhaltung dieses Sperrdammes hat viel Mühe und Kosten verursacht, weil er beim Hochwasser wiederholt durchbrochen wurde. Bei der Belagerung der Stadt im Jahre 1806 wurde er zum Teil gesprengt und infolgedessen verwilderte der Strom so sehr, daß bereits Napoleon im Jahre 1812 mit Absperrungsbauten begann. Später wurde an Stelle dieses verfallenen Werkes im Schutze eines Dammes (»Prestersche Richtewerk«) in der alten Elbe bei Krakau ein festes Überfallwehr mit Faschinen gebaut (1820), das im Jahre 1868 durch einen Steinbau ersetzt worden ist.

Auch im Jahre 1684, als unterhalb der Stadt beim Hochwasser eine Stromschleife »am Treuel« durchbrach und infolge des verwilderten Stromes die Schiffahrt völlig stockte, griff der Große Kurfürst helfend ein und beauftragte den Kommandanten von Magdeburg mit der Wiederherstellung des Fahrwassers. Im Jahre 1740 durchstachen die Bewohner von Lostau (9 km unterhalb der Stadt) eine Stromschleife, um ihr Dorf zu retten und mit Hilfe des Hochwassers entstand dort bald ein neuer fahrbarer Stromarm.

Die Magdeburger Stromstrecke galt damals überhaupt für eine der schlechtesten und gefährlichsten für die Schiffahrt. Die Stromelbe war nur schmal und außerdem am linken Ufer durch den oben (S. 22) erwähnten Mühlendamm, der die Pferdeelbe abtrennte, und am rechten Ufer durch die Zitadelle eingeschränkt. Das Gefälle war stark und wurde infolge der unterhalb ausgeführten Durchstiche noch bedeutender, indem der Wasserspiegel sich senkte und das den Strom oberhalb durchquerende Felsenriff (auf dem auch der Dom steht) ein gefährliches und der Strömung nicht nachgebendes Hindernis wurde. Dazu kam die etwa 1440 gebaute hölzerne Strombrücke mit ihren verhältnismäßig engen Öffnungen und die vielen Schiffmühlen, die der kräftigen Strömung wegen gerade in dieser Strecke in großer Zahl vorhanden waren. Zur Ausübung des der Stadt zustehenden Stapel- und Umladerechts war dieser Zustand allerdings günstig, aber für den diesem Rechte nicht unterworfenen Verkehr der staatlichen Salzschiffe zwischen Schönebeck und Berlin auf die Dauer unerträglich. Friedrich der Große ließ deshalb schon während des Baues des Plauer Kanals einen Entwurf aufstellen, um die schwierige Stromstrecke mittels einer Kammerschleuse zu umgehen. Das Bauwerk wurde in der Zeit von 1743 bis 1747 von der städtischen Baubehörde (»Fähramt«) auf Kosten des Staates ausgeführt.

In Abbildung 3 (S. 21) ist die Lage vom Jahre 1764 dargestellt. Die Schleuse hatte die für die damalige Zeit großen Abmessungen von etwa 75 m Länge und 8 m Breite. Die von oben kommende Schiffahrt ging durch den Schleusenkanal zur Zollelbe, deren oberer Lauf (Mittelelbe) damals schon verlandet und abgesperrt war, und gelangte durch diese unterhalb der Zitadelle wieder in die Stromelbe. *a* ist die hölzerne Brücke mit 3 Mitteljochen und Eisbrechern, *b* die Pferdeelbe, die durch den Mühlendamm vom Strome abgeschloßen war und zur unterhalb gelegenen Ratsmühle (*c*) führte. Die Brücken über den Schleusenkanal und über die Zollelbe waren mit Aufzugsklappen versehen, die Strombrücke nicht. Bei Benutzung der neuen Wasserstraße konnten die Schiffe also mit stehendem Mast verkehren.

Noch im Jahre 1870 wurde die Schleuse von 2887 Schiffen durchfahren; aber nach Einführung der Kettenschiffahrt und den umfassenden Stromverbesserungen und -Verbreiterungen an der im Jahre 1862 neu gebauten Strombrücke konnte man die Schleuse entbehren. 1889 wurde sie zugeschüttet.

Diese Schleuse ist bemerkenswert. Gelegentlich des Streits um die Wiedereinführung der Schiffahrtabgaben wurde in späterer Zeit behauptet, daß Schleu-

sen an öffentlichen Strömen stets von allen Schiffen benutzt werden müßten[1]). Dies Beispiel zeigt, daß der Schiffer die Wahl hatte, entweder durch den offenen Strom oder durch die Schleuse (unter Erlegung der vorgeschriebenen Abgabe) zu fahren. (Ähnlich lagen in der Zeit von 1885 bis 1895 die Verhältnisse an der Winske bei Oppeln.)

In den Jahren 1786 und 1787 wurde unterhalb der Stadt bei Rothensee durch die Königliche Kriegs- und Domänenkammer ein Durchstich hergestellt. Im oberen Laufe, in der damals kursächsischen Elbe, sind unterhalb Pretzsch die ersten Durchstiche (bei Kloeden, Döbern, Neubläsern) in den Jahren 1773 und 1774 ausgeführt worden und im Jahre 1810 folgte der Durchstich bei Loßwig. Aber alle diese Durchstiche wurden mehr zur Abwendung von Hochwasser- und Überschwemmungsgefahren als zur Verbesserung des Fahrwassers angelegt. Ebenso war es mit den Uferbauten. Die seit dem Jahre 1790 hin und wieder ausgeführten Buhnen galten lediglich dem Uferschutz oder der Sicherung der Deiche, wenn diesen der Strom mit seinen vielfach wechselnden Windungen in gefährliche Nähe gerückt war. Daß der Beseitigung der hinderlichen und gefährlichen Baumstämme aus dem Fahrwasser schon eine gewisse Aufmerksamkeit geschenkt wurde, wird aus dem Jahre 1727 berichtet. Damals wurde den Breslauer Kaufleuten von der preußischen Regierung versprochen, daß sie für die Entfernung dieser Schiffahrthindernisse zwischen Krossen an der Oder und Lenzen an der Elbe sorgen würde. Man erfährt nicht, was erfolgt ist. Dagegen ist bekannt, daß die Berliner Schiffergilde der Regierung die Kosten für Baggerungen und andere Verbesserungen, namentlich in der Havel, erstatten mußte.

Im Gebiet der Saale (S. 35) wurden in diesem Zeitraum die Schiffahrtanlagen an verschiedenen Stellen verbessert. Es wurde z. B. 1694 der Bau der Schleuse Trotha begonnen und es sind im Anschluß daran auch die Schleusen bei Gimritz, Wettin und Rothenburg hergestellt worden. Im Jahre 1790 gab der Kurfürst von Sachsen den Auftrag zu einem Kostenanschlage für die Schiffbarmachung der Saale von Weißenfels aufwärts bis zur Unstrut und dieses Flusses aufwärts bis Artern. 1791 begann der Bau, 1793 war die Schleuse bei Karsdorf und 1794 die bei Ritteburg fertig, so daß im Jahre 1795 die Schiffahrt zwischen Weißenfels und Artern eröffnet werden konnte. Die geplante Fortsetzung von Weißenfels bis Halle wurde durch die Kriegsereignisse unterbrochen.

An der Moldau bemühte man sich im Jahre 1641 die Strecke zwischen Melnik und Prag durch Felssprengungen und Räumungen zu verbessern und es sollen auch 1651 sächsische Schiffe bis Prag gelangt sein. Bald darauf wurden die Arbeiten jedoch wieder eingestellt.

Der damals für Prag sehr wichtige Salzverkehr aus dem Salzkammergut ging von der Donau von Linz über Land bis Budweis und dann auf der oberen Moldau (S. 36). Diesem Teil des Flußlaufs wurde im 17. und 18. Jahrhundert deshalb besondere Aufmerksamkeit zugewendet: Man legte Treidelwege an und verbesserte das Fahrwasser durch Sprengungen u. dgl. Am Anfange des 18. Jahrhunderts versuchte man sogar den Bau von Kammerschleusen, deren Reste noch heute vorhanden sind. Zum Schutze des Salzverkehrs wurde die Beförderung dieser wichtigen Ware auf der Elbe verboten. (Im Jahre 1829 wurde von Linz nach Budweis eine Pferdeeisenbahn gebaut).

In den Jahren 1777 bis 1785 wurde der 32 km lange Eiderkanal, der die Ostsee bei der Kieler Bucht mit der Eider bei Rendsburg und so mit der Nordsee bei Tönning verbindet, gebaut und mit 5 Schleusen von mindestens 35 m Länge und 8 m Breite versehen. Dieser vor-

1) Peters, Schiffahrtsabgaben I, Leipzig 1906; z. B. S. 112, 115, 128.

wiegend der Küstenschiffahrt dienende, 3,2 m tiefe Kanal verschwand bei der Erbauung des Kaiser-Wilhelm-Kanals (1887 bis 1895), der mit der Untereider bei Rendsburg durch eine besondere Schleuse in Verbindung gebracht wurde.

Schiffahrtbetrieb. Über den gewerblichen Betrieb der Schiffahrt in Ostdeutschland durch die Gilden und Zünfte liegen nur aus dem 17. und 18. Jahrhundert nähere Nachrichten von Berlin und Magdeburg vor.

Zwischen Hamburg und Berlin hatten bis zu Mitte des 17. Jahrhunderts die Hamburger Schiffer den Handel ziemlich allein beherrscht, da die Einfuhr von Hamburg viel bedeutender war als die Ausfuhr dahin. Die Waren der Berliner Kaufleute wurden daher gewöhnlich nur als Rückfracht genommen. Nach Herstellung des Friedrich-Wilhelm-Kanals wurde das anders, weil der beträchtliche schlesische Handel hinzukam. Seitdem beteiligten sich die kurfürstlichen Schiffer so lebhaft an diesem Verkehr, daß auf Antrag der Hamburger Schiffer die Kurmärkische Amtskammer im Jahre 1699 eine Schiffahrtordnung erlassen mußte. Sie wurde nach Verhandlungen mit den Hamburgischen Behörden im Jahre 1700 erweitert und von beiden Staaten bestätigt[1]). Ihr wesentlicher Inhalt war die Einführung der Reihefahrt (auch »Bört«- oder »Beurtfahrt« und »Rangschiffahrt« genannt). Diese auch auf anderen Wasserstraßen häufig eingeführte Einrichtung besteht darin, daß der freie Wettbewerb der Schiffer im Aufsuchen der Frachten aufhört und dafür jeder Schiffer, ohne Ansehung der Person und des Schiffs, eine Ladung bekommt, sobald er an der Reihe ist. Dies Verfahren soll zuerst in Hamburg im Jahre 1442 in dem Verkehr mit Stade eingeführt worden sein. Der freie Wettbewerb gibt dem Kaufmann den Vorteil, daß er seine Waren dem ihm als zuverlässig bekannten und mit einem guten Fahrzeuge versehenen Schiffer anvertrauen kann, führt aber zu Mißbräuchen, wenn der Schiffer, um Ladung zu bekommen, sich entweder selbst oder durch Vermittler an die Angestellten des Kaufmanns wendet und diese besticht.

Ein anderer Nachteil bestand darin, daß die Schiffer erst abfuhren, wenn sie ihre Ladung vervollständigt hatten, und die Kaufleute zuweilen wochen- und monatelang warten mußten, bis ihre Waren abgingen. Bei der Reihefahrt hingegen wird Schiff nach Schiff vollbeladen und kann sofort die Reise antreten; aber der nachlässige, unzuverlässige Schiffer hat dieselben Vorteile wie der tüchtige und umsichtige und das gut gebaute und gut gehaltene Schiff wird nicht nach Verdienst gewürdigt. Die Reihefahrt hat außerdem den großen Vorzug, daß das gegenseitige Herunterdrücken der Frachtsätze fortfällt.

Diese schwankenden Vor- und Nachteile haben ebenso oft Veranlassung gegeben, die Reihefahrt einzuführen, als sie wieder aufzuheben.

Im vorliegenden Falle war die Beteiligung an der Reihefahrt an die Bedingung geknüpft, daß der Schiffer entweder in Berlin oder in einem anderen

---

1) Toeche-Mittler, Der Friedrich-Wilhelm-Kanal und die Berlin-Hamburger Flußschiffahrt. Leipzig 1891.

märkischen Orte oder in Hamburg ein eigenes Haus besitzen mußte. Um die Schnelligkeit der Fahrten zu vermehren, war vorgeschrieben, daß jeder Schiffer nur einen »Mast«, d. h. ein Segelschiff, und zwei »Anhänge« führen durfte. Bei niedrigen Wasserständen war es ihm erlaubt, zum Zweck des Ableichterns noch einen dritten leeren Anhang mitzuführen.

Anfangs ging die Sache gut. Bald aber waren in Hamburg sowohl die Kaufleute wie ihre Angestellten und die Vermittler, denen der Nebenverdienst entging, unzufrieden, zumal trotz der erlassenen Vorschriften eine Reihe von unzuverlässigen Schiffern es verstanden hatte, bei der Reihefahrt zugelassen zu werden. Auch führten die Breslauer Kaufleute Beschwerde darüber, daß ihre Waren in Berlin auf schlechte Schiffe umgeladen würden. Es ist bemerkenswert, daß auf diese Klage hin später, im Jahre 1727 angeordnet wurde, die reihefahrenden Schiffe alljährlich zweimal unter Aufsicht auf ihre Brauchbarkeit zu untersuchen.

Um ungeeignete Schiffer von der Reihefahrt auszuschließen, wurde für den Hamburger Verkehr im Jahre 1716 die »Kurmärkische Elbschiffergilde« gegründet. Zunächst war die Zahl der Mitglieder nicht beschränkt. Alle an der Spree, Havel oder Elbe in Preußen ansässigen Schiffer mußten der Berliner Gilde beitreten, wenn sie an der Hamburger Reihefahrt teilnehmen wollten. Die Aufnahme war an mancherlei Bedingungen, u. a. auch an die Einzahlung von 120 Mark geknüpft. Durch die Gilde waren deren Mitglieder wohl gegen den unberechtigten Wettbewerb ihrer Landsleute geschützt, aber nicht gegen die Hamburger, die unter wiederholten Verletzungen der Bestimmungen der Schiffahrtordnung von 1700 die märkischen Schiffer zu keinem einträglichen Geschäft kommen ließen. Die Klagen und Beschwerden hörten nicht auf. Um die Berliner Gilde vor dem Untergange zu retten, griff nach wiederholten nutzlosen Verhandlungen mit Hamburg die preußische Staatsregierung im Jahre 1748 kräftig ein und bestimmte, daß hinfort unter Ausschließung der Hamburger Schiffer die Warenbeförderung zwischen Berlin und Hamburg nur durch die Reihefahrt der Gilde bewirkt werden solle, deren Mitgliederzahl zunächst auf 24 festgesetzt wurde. Jetzt entwickelte sich die Gilde nach Wunsch, besonders nachdem sie von der Bedrückung und Abhängigkeit von den Hamburger Unterhändlern durch Einrichtung einer besonderen »Inspektion für die märkischen Schiffe« in Hamburg befreit war. Zur Beseitigung der vielen Streitigkeiten zwischen den Schiffern und der Schiffbemannung wurden in den Jahren 1774 und 1790 besondere Lohntarife amtlich festgesetzt.

Gegen Ende des Jahrhunderts wurde der Verkehr sehr gering, so daß die 24 Gildeschiffer zuweilen nicht ausreichende Beschäftigung fanden. Es ist übrigens für diese Zeit bemerkenswert, daß auf dem Berliner Packhof ein einziger Kran genügte, weil die gesamte Warenbeförderung von Hamburg nach Berlin auch in den besseren Jahren nicht mehr als etwa 12000 t betrug. Die Gilde wurde durch das Gewerbesteuer-Edikt von 1810 endgültig aufgehoben.

Von Magdeburg war schon (S. 38) erwähnt worden, daß im Laufe des dreißigjährigen Krieges sein Stapelrecht sowohl von den Hamburgern wie von den kursächsischen Schiffern häufig mißachtet wurde. Daran waren zum Teil die unaufhörlichen Streitigkeiten zwischen der Kaufmanns-Innung und der Schifferbrüderschaft schuld. Diese bestand seit dem 16. Jahrhundert, hatte im Jahre 1635 eine neue Satzung erhalten und wurde von den brandenburgisch-preußischen Landesherren in ihren Rechten wiederholt bestätigt. Die kleine Zahl ihrer Mitglieder konnte den Anforderungen des wachsenden Handels nicht genügen; die Brüderschaft sträubte sich aber, andere Bürger und Steuerleute mit ihren Schiffen aufzunehmen. Von Friedrich dem Großen wurde das Stapelrecht der Stadt im Jahre 1747 in aller Strenge wieder erneuert und allen fremden Schiffen die Durchfahrt durch die Stadt verboten. Handel und Schiffahrt blühten auf; aber die inneren Streitigkeiten nahmen wieder zu, weil die Brüderschaft die Waren nicht mit gewünschter Pünktlichkeit von und nach Hamburg befördern konnte und es ablehnte, andere »Kahnführer«, namentlich aus Tangermünde heranzuziehen. Die Bezeichnung »Schiffer« (später »Großschiffer«) stand nämlich nur den 22 Mitgliedern der Brüderschaft zu, von denen jedes über eine größere Anzahl von Fahrzeugen verfügte, die von seinen Steuerleuten geführt wurden. Auch wegen der Höhe der Frachten entstand viel Streit und ein von der Regierung eingeführter Tarif hatte keinen Erfolg. Um eine schnellere Beförderung der Kaufmannsgüter zu erreichen, vereinbarten die Schiffer unter sich im Jahre 1748 eine Reihefahrt, die sich aber 1761 wieder auflöste. Im Jahre 1763 versuchte die Regierung das Verhältnis zu bessern, indem sie verordnete, daß alle Mitglieder der Brüderschaft in die Kaufmanns-Innung und die Kaufleute in die Schifferbrüderschaft aufgenommen werden und dann selbst die Schiffahrt betreiben sollten. Auch dies Mittel schlug fehl, weil beide Parteien dagegen waren. Die Streitigkeiten gingen weiter und wurden noch durch den Streit zwischen den Schiffern und den Kahnführern vermehrt, weil diese von den Kaufleuten zur Warenbeförderung mit herangezogen wurden.

Im Jahre 1775 wurde vom Staate eine Reihefahrt zwischen Hamburg und Magdeburg angeordnet. Dabei wurde bestimmt, daß an beiden Orten nur ein Schiffer mit einer Schute oder zwei Kähnen und außerdem drei Kahnführer mit je einem Kahn gleichzeitig in Ladung liegen sollten. Die Größe der letzteren Kähne wurde jedoch auf 40 bis 50 t Tragfähigkeit begrenzt. Hiermit war für längere Zeit Ruhe geschaffen worden. Im Anfang des 19. Jahrhunderts wurde auch diese Brüderschaft aufgehoben.

Die Schiffe auf den ostdeutschen Strömen, die am Ende des 18. Jahrhunderts fast alle durch die erwähnten Kanäle verbunden waren, hatten sehr verschiedene Größe und Bauart. Man unterschied Schuten, Gellen, Jachten, Elb-, Oder-, Havel- und Spreekähne. Die Oderschiffe hatten im 17. und 18. Jahrhundert Tragfähigkeiten von höchstens 20 bis ausnahmsweise 25 t und waren gewöhnlich mit einem Steuermann und zwei Schiffsknechten bemannt.

Es wird berichtet, daß die Schleusen des Friedrich-Wihelm-Kanals je 6 Oderschiffe von 10 bis 12 t Tragfähigkeit auf einmal fassen konnten. Die Schiffe der Berliner Schiffergilde waren größer, da von ihr Schiffe von 20 bis 25 t als besonders klein bezeichnet wurden. Das zuerst durch den Finowkanal fahrende Schiff war etwa 28 m lang und 2,9 m breit. Die vorerwähnten Oderschiffe werden nur 15 bis 20 m lang und 2,3 bis 2,6 m breit gewesen sein. Alle diese Schiffe waren offen.

Die Elbschiffe und namentlich die Hamburger Schiffe (meistens Schuten genannt) waren dagegen oft mit Verdeck versehen und im allgemeinen mehr als doppelt so groß wie die Oder- und Spreeschiffe. Um die Mitte des 17. Jahrhunderts wird wiederholt darüber geklagt, daß die Hamburger sogar mit Schiffen von über 200 t Tragfähigkeit nach Berlin kamen. Auch noch aus dem 18. Jahrhundert findet man viele Klagen der Kaufleute, namentlich der Breslauer und Magdeburger, über die zu großen Schiffe, weil es meistens lange Zeit dauerte, bis diese volle Fracht hatten und die Ablieferung der zuerst geladenen Waren dadurch um so mehr verzögert wurde. Die von der Magdeburger Schifferbrüderschaft zugelassenen Kahnführer durften z. B., wie erwähnt, nur mit Schiffen von 40 bis 50 t Tragfähigkeit nach Hamburg fahren und wurden deshalb von den Kaufleuten oft bevorzugt. Man muß dabei berücksichtigen, daß es sich damals vor Einführung der Eisenbahnen vorwiegend um wertvolle Waren handelte und die Beförderung wohlfeiler Massengüter noch nicht üblich war. Dann allerdings drängte die Ersparnis an Beförderungskosten schon um die Mitte des 18. Jahrhunderts auf Vergrößerung der Schiffe.

Das traf z. B. auf die Beförderung von Salz aus den staatlichen Salinen von Schönebeck a. E. nach Berlin und Stettin zu, die vom Staate selbst betrieben wurde. Von der Eröffnung des Plauer Kanals wird berichtet, daß das erste durchfahrende Salzschiff eine Länge von 39,2 m, eine Breite von von 6,6 m und einen Tiefgang von 1,3 m gehabt habe. Das würde einer Tragfähigkeit von 260 bis 270 t entsprechen und solche Schiffe waren damals wahrscheinlich sehr selten. Es wird wohl gewissermaßen nur ein Paradeschiff gewesen sein; denn im Jahre 1749 wurde vom Staate der »Versuch« gemacht, für den fraglichen Salzverkehr größere Schiffe, als bisher üblich, zu erbauen und in Betrieb zu stellen, und diese Schiffe waren bis 35 m lang, bis 5 m breit, 1,2 m hoch und hatten bei 1 m Tiefgang nur eine Tragfähigkeit von etwa 140 t. Sie haben sich bei der Fahrt durch die Kanäle und Schleusen (besonders im Finowkanal) nicht bewährt und mußten bald wieder unter den Kosten verkauft werden.

Die Fortbewegung der Schiffe geschah auf den Flüssen talwärts durch Treiben mit der Strömung, zuweilen mit Unterstützung von Segeln; auf den Kanälen wurde mit Hilfe der Schiffmannschaft getreidelt. Für die Bergfahrt auf den Strömen wurde gewöhnlich, namentlich von Hamburg aus, eine gewisse Zahl (6 bis 10) von »Zugknechten« angeworben, die in der

Regel vom Ufer aus das Schiff zogen. Wenn dies in sehr verwilderten Stromstrecken nicht gelang und auch kein zum Segeln hinreichender, günstiger Wind wehte, wurde das Treidelseil mittels Handkahn eine Strecke stromauf befördert und an einem Anker oder einem anderen sicheren Punkte festgemacht. Das andere Ende wurde zum Schiff zurückgebracht und die Zugknechte nebst der Mannschaft zogen (Schifferausdruck »melken«) daran das Schiff vorwärts. Dieser Betrieb, den man »Warpschiffahrt« (»warpen« wohl von werfen) nennt, findet sich in späterer Zeit auch zuweilen auf anderen Strömen, z. B. der Donau, und war namentlich auf der Wolga sehr üblich. An der oberen Elbe wurde auch mit Pferden getreidelt, namentlich zwischen Dresden und Tetschen, wo eine Art von Leinpfad vorhanden war. Doch war das sonst nur auf sehr kurzen Strecken der Elbe möglich.

Von großer Bedeutung für die Binnenschiffahrt in den östlichen preußischen Provinzen wurde das 1794 erlassene Allgemeine Landrecht. Wichtig sind besonders die Bestimmungen, daß alle von Natur schiffbaren Ströme als öffentliche im gemeinen Eigentum des Staates stehen, der für die ihm zustehenden Nutzungen verpflichtet ist, für die zur Sicherheit und Bequemlichkeit der Schiffahrt nötigen Anstalten zu sorgen. Ferner ist darin bestimmt ausgesprochen, daß (abgesehen von den früheren Vorrechten der Gilden) die Schiffahrt auf öffentlichen Flüssen unter den vom Staat festgesetzten Bedingungen (Abgaben und Polizeivorschriften) einem jeden erlaubt ist. Auch das Leinpfadrecht der Schiffer wurde dadurch festgelegt und alle eigenmächtigen Bauten und Handlungen an und in den öffentlichen Flüssen verboten.

Westdeutschland.

In der Zeit zwischen der Erfindung der Kammerschleuse und der Erfindung des Dampfschiffs hat sich die Binnenschiffahrt im westlichen Deutschland nicht so entwickelt wie im östlichen. Zur Anlage von Kanälen waren zum Teil die natürlichen Vorbedingungen nicht vorhanden; besonders fehlten aber dort größere Staaten sowie kraft- und einsichtsvolle, bedeutende Landesherren.

Im **Wesergebiet** blieben wie in früherer Zeit (S. 26) Münden und Hameln die schwierigsten Stellen. Das Mündener Stapelrecht und die 1640 bestätigte Schiffergilde verhinderten den durchgehenden Verkehr zur Werra und Fulda. Trotzdem bestand im 15. und 16. Jahrhundert auf der Werra eine ziemlich lebhafte Talschiffahrt von Wannfried, das 1608 das Stapelrecht erhielt, bis Münden, wo die Schiffe gewöhnlich verkauft wurden. Es wird berichtet, daß der Landgraf Moritz von Hessen im Jahre 1602 die Werra oberhalb Wannfried bis Meiningen schiffbar machen wollte, aber die Zustimmung der übrigen Uferanlieger nicht gewinnen konnte. Der Herzog von Sachsen-Gotha veranlaßte im Jahre 1659 einige Probefahrten auf dieser oberen Strecke von Themar nach Salzungen und Wannfried, stieß aber auf ähnliche Schwierigkeiten. Unterhalb Wannfried entwickelte sich die Schiffahrt besser: Die Anfang des 17. Jahrhunderts an den Stauanlagen eingerichteten Schiffdurchlässe

wurden im 18. Jahrhundert durch Kammerschleusen von ziemlich großen Abmessungen (34 bis 40 m lang, 4,15 bis 4,25 m breit) ersetzt. Die Schleuse bei Allendorf wurde z. B. im Jahre 1739 gebaut.

(Im Jahre 1850 wollte man die Schiffahrtanlagen der Werra verbessern, konnte aber die Zustimmung Hannovers nicht erlangen. 1877 ist dann endlich in Münden (an Stelle des 7,3 m weiten »Hohls« im Wehr) eine Schleuse gebaut worden. Aber das kam zu spät: die Schiffahrt war verschwunden.)

Die Fulda soll der Landgraf Moritz etwa um 1600 von Kassel aufwärts bis Hersfeld durch Anlage von 6 Schiffdurchlässen schiffbar gemacht haben. Im 18. Jahrhundert sind diese durch Kammerschleusen (25 bis 35 m lang und 3,8 bis 4,6 m breit) ersetzt worden, von denen die 5 unteren noch vorhanden sind. Der Landgraf Karl von Hessen hatte Anfangs des 18. Jahrhunderts große Wasserstraßen-Pläne: um das hinderliche Stapelrecht von Münden zu umgehen, wollte er eine künstliche Wasserstraße von Karlshafen bis Kassel bauen (1717), die zunächst von der Weser durch die noch vorhandene Schleuse zum Hafenbecken von Karlshafen anstieg, von dort der aufgestauten Diemel bis zur Esse-Mündung folgen und dann als Kanal durch das Esse- und Ahnetal nach Kassel geführt werden sollte. Von der niemals fertig gewordenen Wasserstraße sind jetzt noch einige Reste vorhanden. Dieser Landgraf soll auch die Absicht gehabt haben, von der Fulda einerseits einen Kanal durch die Schwalm zur Lahn und andrerseits einen solchen zur mittleren Werra anzulegen. Doch diese Pläne wurden nicht verwirklicht.

In Münden blühte Schiffahrt und Handel am Ende des 17. und im 18. Jahrhundert außerordentlich, namentlich am Ende des letzteren während der Kontinentalsperre. Da ging der Rheinhandel zum großen Teil auf die Weser über, indem Nürnberg, Augsburg und Frankfurt a. M. über Münden verfrachteten. Bemerkenswert für den lebhaften Handel in Münden ist es, daß selbst die Sackträger dort eine Gilde bildeten, die 1738 bestätigt wurde. Die Mündener Schiffergilde hatte allein das Recht, die Fulda bis Kassel zu befahren, während sie auf der Werra mit den hessischen Schiffern gleich berechtigt war.

Das Stau von Hameln war ein großes Schiffahrthindernis, zumal dort bis etwa 1634 nur eine Wehrlücke (»Fiehre«) bestand. Dann wurde das Wehr neugebaut und an der Stadtseite ein Schiffdurchlaß (Freiflut-Schleuse) angelegt. Trotz der für die Bergfahrt der Schiffe angebrachten Winde war die Durchfahrt gefährlich und auch eine Vergrößerung der Weserschiffe war dadurch unmöglich gemacht. Die Hamelner waren mit dem Zustande zufrieden, weil sie beim Leichten und Umladen verdienten, und wollten keine Schleuse, trotz des Drängens von Bremen und Münden. Zugunsten der letzteren Stadt ließ die hannöversche Regierung in den Jahren 1732/33 eine Kammerschleuse erbauen. Sie wurde 49,6 m lang und 5,85 m breit aus Stein hergestellt.

Im übrigen bestanden im Fahrwasser der Weser die alten Mängel: Fischwehre, Baumstämme und Klippen. Von wesentlichen Verbesserungen während dieses Zeitraums ist außer zwei Durchstichen, von denen je einer von Preußen und Hannover im 18. Jahrhundert ausgeführt wurde, nichts bekannt. Die notdürftige Freihaltung des Fahrwassers war Sache der Schiffergilden in Münden und Vlotho, die dafür zur Erhebung von »Mastengeld« befugt waren. Die Vlothoer Gilde besorgte den Verkehr von Hameln bis Bremen.

Auf den Nebenflüssen, namentlich auf der Aller, entwickelte sich die Schiffahrt gut bis Celle, wo sich die unterste Stauanlage befand. Im 18. Jahrhundert machte man den Versuch, den Fluß weiter hinauf bis Gifhorn schiffbar zu machen und baute 1747 bei Dieckhorst eine Schleuse. Die Arbeiten wurden aber 1773 aufgegeben.

Auf der Leine unterhalb Hannover war die Schiffahrt unbedeutend. 1749 wurde neben dem Mühlenwehr bei Neustadt a. R. eine Schleuse von 47,4 m Länge und 5,2 m Breite erbaut.

Der im Mittelalter ziemlich lebhafte Verhehr auf der Oker bis Braunschweig ging schon im 15. Jahrhundert zurück und die Versuche, die Schiffahrt zu heben, schlugen fehl.

Die Größe der Schiffe im Wesergebiet war im Ober- und Unterlauf verschieden, besonders vor Erbauung der Hamelner Schleuse. Auf der oberen Fulda und der oberen Werra verkehrten nur Schiffe von 10 bis 12 t Tragfähigkeit (etwa 18 m lang und 1,7 m breit). Auf der unteren Werra und Fulda sollen im 18. Jahrhundert die Schiffe (bis 27 m lang und 3,5 m breit) bereits 30 bis 40 t Tragfähigkeit besessen haben. Auf der Weser unterschied man Böcke von 60 bis 80 t Tragfähigkeit (35 bis 36 m lang und 2,5 bis 2,8 m breit), Hinterhänge von 40 bis 50 t Tragfähigkeit (32 bis 33 m lang und 1,8 bis 2,2 m breit) und Bullen von etwa 20 t Tragfähigkeit (18 bis 20 m lang und 1,2 bis 1,5 m breit). Ein Bock, ein Hinterhang und ein Bulle bildeten zusammen einen »Mast« und wurden zusammen befördert, wobei die beiden letztgenannten Schiffe oft nur leer als Leichterschiffe mitgeführt wurden. Nach dem Bau der Hamelner Schleuse wurden die Schiffe größer; doch liegen genaue Mitteilungen darüber nicht vor. Im Jahre 1790 sollen auf der Weser 76 Böcke, 84 Anhänge und etwa 20 Bullen im Gebrauch gewesen sein; außerdem noch 64 Bullen als besondere Leichterschiffe.

Die Fortbewegung geschah zu Berg ausschließlich durch Treideln. Ein Mast wurde von Bremen bis Hameln durch 40 bis 70 Menschen gezogen, von Hameln bis Münden dagegen durch Pferde. Es wäre gut ausführbar gewesen, auch unterhalb Hameln mit Pferden zu treideln; aber die hannöversche Regierung widersetzte sich diesem Unternehmen, um den Uferanwohnern nicht ihre Einnahmen zu entziehen. Erst im Jahre 1814 gab sie den Wünschen der Schiffer nach und erlaubte die Pferdetreidelei gegen Erlegung eines »Triftgeldes«.

So litt die Schiffahrt an der Weser unter vielen Abgaben und Lasten. Außer den 22 Zollstätten zwischen Bremen und Münden war z. B. noch das Kommandantengeld und Geleitsgeld für die militärische Begleitung zu bezahlen.

Im Jahre 1724 wurde eine Reihefahrt auf der Weser zwischen Münden und Bremen vereinbart; sie wurde aber bald wieder aufgehoben, besonders weil die verschiedenen Staaten sich nicht darüber einigen konnten.

Am **Rhein** wurde naturgemäß die Schiffahrt durch die Erfindung der Kammerschleuse nicht berührt; aber der gleichzeitig eintretende Umschwung des Welthandels (S. 31) gab Holland ein bedeutendes Übergewicht über die anderen Rheinuferstaaten, da vom 16. Jahrhundert an die meisten wertvollen Waren aus den überseeischen Ländern bergwärts befördert wurden. Allmählich beherrschten die holländischen Häfen den ganzen Rheinhandel, zumal

nachdem durch den westfälischen Frieden (1648) die Schelde für die Schiffahrt gesperrt worden war. Zu den drückenden Rheinzöllen traten damals noch die von Holland eingeführten Durchgangszölle. Köln, Mainz und Straßburg hielten an ihrem Stapelrecht fest, was immer wieder zu Streitigkeiten Veranlassung gab. Ebenso war es mit den Schifferzünften. Am Ende des dreißigjährigen Krieges lagen die Verhältnisse so, daß die Baseler abwärts bis Straßburg und zuweilen noch weiter fuhren, während sie aufwärts nur mit Erlaubnis der Straßburger Zunft Waren befördern durften. Die Straßburger hingegen fuhren abwärts bis Mainz, Frankfurt und zuweilen bis Köln und aufwärts bis Basel, während sie bei der Fahrt von Basel abwärts nur berechtigt waren, Wallfahrer (aus Kloster Einsiedeln in der Schweiz) nach Frankfurt zu befördern. Die Mainzer Schiffer befuhren den Rhein bis Köln und den Main bis Würzburg[1]). Doch diese Bestimmungen änderten sich zeitweilig.

Straßburg führte 1650 für den Güterverkehr mit Mainz bestimmte Frachtsätze und eine Rangschiffahrt (»Umgang«) ein, die im Jahre 1752 neu geordnet wurde, aber nicht den Beifall der Kaufleute fand, weil sie nicht mehr die Schiffe nach Belieben auswählen konnten. Im Jahre 1738 bemühte man sich auch zwischen Mainz und Köln eine Rangschiffahrt einzurichten; doch kam diese nicht zustande.

Bemerkenswert ist, daß im Jahre 1782 ein regelmäßiger Güterverkehr zwischen Straßburg und Mainz in der Weise betrieben wurde, daß an jedem zehnten Tage ein Güterschiff abgefertigt wurde.

Als im Jahre 1794 das ganze linke Rheinufer mit Köln an Frankreich fiel, trat für die Schiffahrt ein großer, im allgemeinen günstiger, Umschwung ein, indem neue fortschrittliche Gesetze zur Einführung kamen. So waren z. B. durch das französische Gesetz von 1791 über die Gewerbefreiheit alle Zünfte u. dgl. aufgehoben worden. Allerdings duldete die Regierung am Rhein zunächst die bestehenden Schifferzünfte: es entstand ihnen aber allmählich ein merklicher Wettbewerb durch viele neu auftretende Schiffer aus anderen Rheinuferorten. Auch das Stapelrecht von Mainz und Köln blieb zunächst unbehindert und wurde sogar 1798 von der Regierung bestätigt — zum großen Kummer von Frankfurt und Düsseldorf. In demselben Jahre wurden in Frankreich und auch in Köln, Straßburg, Krefeld und Aachen die Handelskammern eingerichtet.

Sehr gestört wurde die Schiffahrt durch den Umstand, daß in diesem Jahre die französische Grenze in den Talweg des Rheins gelegt wurde und der Verkehr von Ufer zu Ufer stets über die Zollgrenze ging. Die strenge Bewachung der Grenze, die peinliche Durchsuchung der Schiffe und die hohen Einfuhrzölle vertrieben die Schiffahrt vom Strome und die Landstraßen am rechten Ufer wurden um so belebter. Um die Verhältnisse zu bessern, bewilligte Napoleon später (1804) den Städten Köln und Mainz die Einrichtung von Freihäfen.

---

1) Löper, Die Rheinschiffahrt Straßburgs in früherer Zeit. Straßburg 1877.

Die französische Regierung war bestrebt, die Schiffahrtverhältnisse gründlich zu verbessern und nach dem Reichsdeputationshauptschluß von 1803 kam es im Jahre 1804 zu dem segensreichen Oktroivertrage zwischen Frankreich und Deutschland. Zunächst handelte es sich dabei um die Regelung der Flußzölle, worüber im nächsten Abschnitt[1]) gesprochen werden soll. Außerdem wurde eine Reihe von Verwaltungs- und Polizeivorschriften für die Rheinschiffahrt vereinbart, die fast alle für die spätere Zeit von großer Bedeutung geblieben sind [2]).

Da der Rhein hinfort in Beziehung auf Handel und Schiffahrt ein zwischen Frankreich und Deutschland gemeinschaftlicher Fluß sein sollte, so wurde die Verfügungsgewalt über die Wasserstraße den Uferstaaten entzogen und einer neutralen Behörde übertragen, die in Mainz ihren Sitz hatte und aus einem Direktor und vier Inspektoren bestand. Diese Generalverwaltung war zugleich Gerichtsbehörde zur raschen Erledigung aller vorkommenden Streitigkeiten. Der Direktor und die Inspektoren leiteten die Abgabenerhebung, deren Beamte sämtlich ihnen unterstellt waren, sorgten für guten Zustand des Fahrwassers und der Leinpfade und beaufsichtigten den gesamten Schiffahrtbetrieb. Dadurch wurde der Einfluß der kleinen Uferstaaten ganz beseitigt.

Bei den Verhandlungen über das Stapelrecht wurde von dessen Verteidigern angeführt, daß nicht alle Strecken des Stromes aus technischen Gründen von denselben Schiffen und denselben Schiffern befahren werden könnten, auch müßten viele Waren, die die lange Reise nicht aushielten, zuweilen »nachgesehen, gelüftet oder umgepackt werden«; darum sei es gut, wenn in Mainz und Köln die Fahrt unterbrochen würde. Trotz dieser unhaltbaren Gründe wurde das Stapel- und Niederlagsrecht der beiden Städte nicht ganz aufgehoben, sondern in ein Umladerecht verändert, vielleicht, weil man dadurch eine zuverlässigere Erhebung der Fluß- und Einfuhrzölle zu erreichen hoffte. Der Umladezwang, der übrigens für Mainz mit Bezug auf Frankfurt wesentlich eingeschränkt wurde, erstreckte sich lediglich auf die sogenannte große Schiffahrt mit eigentlichen Handelsgütern. Der Ortsverkehr, die Marktschiffe und der Verkehr mit losen, minderwertigen Massengütern wurde ausgeschlossen.

An Stelle der alten Zünfte wurden in den »Stationsstädten« Köln und Mainz, Schiffergilden oder Schiffervereine eingeführt, die sich vor allem darin unterschieden, daß Schiffer aus allen Rheinorten und von beiden Ufern aufgenommen wurden, und daß diese Gilden nur für die große Schiffahrt, die »von einem Teile des Rheinstroms zum andern durch Vorbeifahren an Mainz und Köln statt hat«, Vorrechte erhielten, während die Kleinschiffahrt dabei nicht beteiligt, sondern freigegeben wurde. Diese Schiffer brauchten nur einen Erlaubnisschein ihrer Landesregierung. Beibehalten wurde für die Gilden die alte Ladeordnung nach der Rangreihe, die, besonders hinsichtlich der Beladung und Abfahrt der einzelnen Schiffe von den Beamten der Oktroiverwaltung beaufsichtigt wurde. Diese Beamten prüften auch die in die Gilde aufzunehmenden Schiffmeister nach den vereinbarten Vorschriften. Die neuen Gilden mußten Unterstützungskassen für die Schiffer einrichten.

Die ersten Gildelisten wurden im Jahre 1808 aufgestellt. Dabei wurden die Schiffer für direkte Fahrten zwischen den Stationsstädten und den Endpunkten der Schiffahrt am Oberrhein und in Holland, bei denen unterwegs nicht ein- oder ausgeladen werden durfte, und die Schiffer für Zwischenfahrten unterschieden, die von diesen Orten nach Zwischenhäfen gingen. Von den ersteren wurden in Mainz 104 und in Köln 114, von den letzteren 70 und 40 aufgenommen und eingetragen. Dazu kamen noch 51 Jachtenschiffer. (Darunter waren auch einige Holländer.) Nach Abschluß der ersten Listen sollte die Zahl der Mitglieder ohne Genehmigung des Generaldirektors nicht vermehrt werden. Die ausgebildeten Lehrlinge wurden zu »angehenden Schiffmeistern« ernannt und mußten warten, bis eine Lücke eintrat. Tatsächlich wurde die Mitgliedschaft später erblich und die Zahl der Mitglieder allmählich kleiner.

---

1) Die Binnenschiffahrt auf dem Wiener Kongreß von 1815.

2) Eckardt, Rheinschiffahrt im 19. Jahrhundert, Leipzig 1900, und Gothein, Geschichtliche Entwickelung der Rheinschiffahrt im 19. Jahrhundert, Leipzig 1903.

Nach Ockhart[1]) fuhren im Jahre 1813 auf dem Rhein, einschließlich der nach Köln kommenden holländischen Schiffer, im ganzen 689 Schiffer. Abzüglich der 328 Gilden- und 51 Jachtschiffer blieben somit 310 Kleinschiffer übrig. Hierzu traten (1810 bis 1813) von den Nebenflüssen 629 Schiffer, die mit Ausnahme der Frankfurter auf dem Rhein zu fahren nicht berechtigt waren. Dies führte zu vielen Klagen, so daß diesen Schiffern schließlich doch die Rheinschifffahrt erlaubt wurde.

Die Festsetzung der Frachtsätze für die Stationstädte erfolgte von 6 zu 6 Monaten durch die Oktroiverwaltung nach Anhörung der Handelskammern zu Köln, Mainz, Straßburg und der Magistrate zu Düsseldorf, Frankfurt und Mannheim. Von der Notwendigkeit der behördlichen Regelung war man damals allgemein überzeugt, damit die Schiffer im Wettbewerb nicht verhungerten und die Kaufleute bei dem Behandeln der Frachten nicht ihre Zeit vertrödelten. Bemerkenswert ist, daß die Haftpflicht des Schiffers für die Ladung ausdrücklich in die Verordnungen für die Gilden aufgenommen wurde.

Als im Jahre 1810 Holland mit Frankreich vereinigt wurde, übertrug man den Oktroivertrag auch auf die holländische Rheinstrecke. Das dauerte aber nur bis 1813.

Die Personenbeförderung hat sich in diesem Zeitalter im Rheingebiet sehr entwickelt. Zwischen Mainz und Frankfurt verkehrten schon im Mittelalter (S. 24) regelmäßige Marktschiffe. Am Ende des 15. und im 16. Jahrhundert dehnte sich dieser Verkehr bis Basel und Köln, Trier und Würzburg aus und erreichte im 18. Jahrhundert seinen Höhepunkt.

Die Fahrt von Basel bis Straßburg dauerte etwa einen langen Tag, von Straßburg bis Mainz 3, von Mainz bis Köln 2 bis 3 Tage. Es wurde stets dabei getreidelt und zwar rheinaufwärts bis Speyer mit Pferden, oberhalb Speyer mit Menschen. Die Dauer der Bergfahrten war schwankend: von Köln nach Mainz 3 bis 4 Tage, von Mainz nach Straßburg 8 bis 10 Tage, unter Umständen aber viel länger. Zwischen Mainz und Köln verkehrten die Marktschiffe für Personen- und Güterbeförderung (auch »Wasserdiligenzen« genannt) seit dem 17. Jahrhundert täglich. Der für Berg- und Talfahrt gleiche Fahrpreis für eine Person betrug gegen Ende des 18. Jahrhunderts von Mainz bis Koblenz 4,5 bis 4,8 Mark, bis Köln 9 bis 9,6 Mark. Wenn jemand eine besondere Jacht für sich allein haben wollte, mußte er für die Strecke von Mainz bis Koblenz 115 oder 154 Mark, bis Köln 173 oder 230 Mark bezahlen, jenachdem die Jacht mit einem oder mit zwei Pferden bespannt wurde. Zur französischen Zeit wurde namentlich die Wasserpost Mainz-Köln gepflegt und von der Oktroiverwaltung streng geregelt und beaufsichtigt. Während der Freiheitskriege wurden die Jachten und Marktschiffe zur Beförderung von Soldaten sehr in Anspruch genommen. Selbst nach der Einführung der Dampfschiffahrt haben die Marktschiffe noch lange bestanden, etwa bis 1860.

Im Fahrwasser des Rheins war die gefährlichste Stelle die Felsenstrecke von Bingen bis St. Goar. Wenngleich schon zur Zeit Heinrichs IV. 1056 bis 1106) der Mainzer Bischof Siegfried einige Verbesserungen im Binger Loch vorgenommen haben soll und am Anfang des 17. Jahrhunderts das Frankfurter Handlungshaus Stockum größere Felsensprengungen veranlaßte, so blieb es doch im allgemeinen bis zum Jahre 1830 bei niedrigen Wasserständen nötig, die Waren dort aus den Schiffen auszuladen und auf dieser Strecke über Land zu befördern. Bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts gingen die oberrheinischen Schiffe in der Regel überhaupt nur bis Bingen.

Auch am übrigen Rhein ist bis zum 18. Jahrhundert über besondere Strombauten nichts bekannt geworden. Für die notdürftigste Räumung des Fahr-

---

1) Der Rhein nach der Länge seines Laufs und der Beschaffenheit seines Strombetts mit Beziehung auf dessen Schiffahrtsverhältnisse betrachtet. Mainz 1816.

wassers sorgten die Schifferzünfte und einzelne große Städte legten am Ufer zuweilen Schutzbauten an, wie es von Köln aus dem Jahre 1550 berichtet wird. Man muß daran erinnern, daß die damaligen kleinen Schiffe nur geringe Fahrwassertiefen brauchten. Am Niederrhein soll der große Kurfürst von Brandenburg 1677 einen Durchstich ausgeführt haben, um der großen Verwilderung des Stromes zu begegnen.

Von besonderer Wichtigkeit war damals der Leinpfad (S. 25) und die Klagen der Schiffer über dessen mangelhaften Zustand hörten niemals auf. Im Jahre 1717 beschlossen die vier rheinischen Kurfürsten auf der Zollkonferenz zu Bacharach, die Leinpfade künftig aus den Mitteln der Zolleinkünfte in Ordnung zu halten. Aber es scheint nicht viel gemacht zu sein; denn

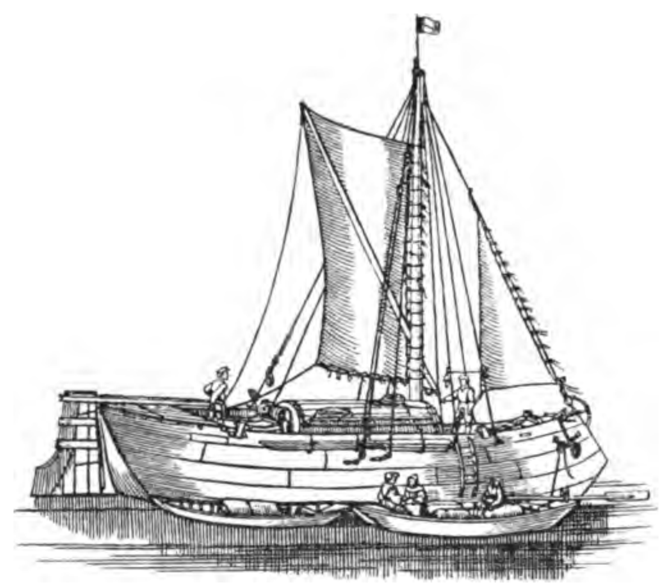


Abb. 6. Niederrheinisches Schiff von 1531.

die Klagen hörten nicht auf und noch am Anfang des 19. Jahrhunderts waren die Leinpfade am Oberrhein so mangelhaft, daß von Schröck (Leopoldshafen) oder Neuburg aufwärts mit Menschen getreidelt werden mußte. Für Frankreich war schon 1669 eine allgemeine Verordnung über die Freihaltung und Duldung der Leinpfade erlassen, die im Jahre 1754 ausdrücklich auf das seit 1681 französisch gewordene Elsaß und Straßburg übertragen wurde.

Als Preußen am Niederrhein größeren Besitz erworben hatte, begann es auch mit Stromverbesserungen. Friedrich der Große richtete 1764 dort eine Wasserbauverwaltung ein und ließ bei Rees (1784) und bei Wesel (1788) große Durchstiche herstellen. Außerdem wurden mehrere Sperrdämme, Uferschutzbauten und im Jahre 1781 die ersten senkrechten Buhnen (Kribben) gebaut, die früher mit dem Kopf stromabwärts gerichtet worden waren. Im

Jahre 1794 hörten diese Bauten mit der französischen Herrschaft auf und die Werke verfielen mangels genügender Unterhaltung. Nach Einführung des Oktroivertrages (1805) sollte ein Teil der Zolleinnahmen zur Verbesserung des Fahrwassers und der Leinpfade verwendet werden; doch ist nicht bekannt, ob und welche Arbeiten ausgeführt worden sind.

Die Rheinschiffe haben sich während dieses Zeitraums am Ober- und Niederrhein in verschiedener Weise entwickelt, weil die Binger Sperre, das Stapelrecht und das Zunftwesen einen durchgehenden Verkehr im allgemeinen nicht zuließen. Die mitgeteilten beiden Abbildungen (6 und 7) stammen aus Köln aus dem Jahre 1531 und zeigen ein oberrheinisches und ein niederrheinisches Schiff.

In den Jahren 1619 und 1645 ordnete der Rat von Straßburg an, daß die Schiffe 36 m lang, 3,3 m breit und 1,6 m hoch gebaut werden und nicht mehr

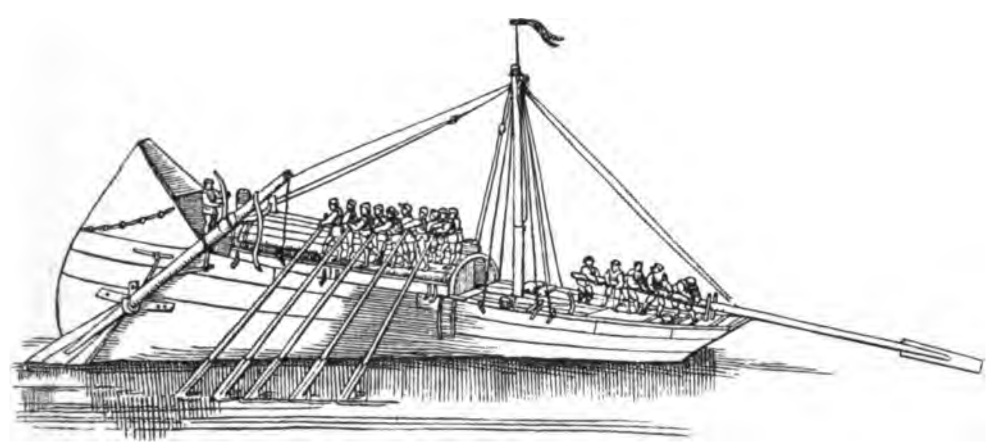


Abb. 7. Oberrheinisches Schiff von 1531.

als 40 t laden sollten. Seit 1667 baute man aber in Straßburg schon größere Schiffe, die um 1 m länger und 0,3 m breiter waren. Diese wurden Rheinberger genannt, waren mehr nach holländischer Art aus Eichenholz gebaut und wurden nicht mehr nach einer Talfahrt verkauft. Bemerkenswert ist, daß die fertigen Schiffe vor der ersten Fahrt durch besonders angestellte Schiffbeschauer auf ihre Tüchtigkeit untersucht, dann verzollt und gezeichnet wurden. Die wachsende Größe der Schiffe fand aber auch am Rhein (wie in Ostdeutschland) nicht den Beifall der Kaufleute, weil sie zu lange in Ladung lagen. Bei der oben erwähnten Zollkonferenz zu Bacharach wurde deshalb 1717 beschlossen, daß

		ein-,	zwei-		und vierspännige Schiffe
	höchstens	24	28	»	33 m lang,
	»	2	2,5	»	3,1 m breit sein
und	»	25	50	»	100 t Tragfähigkeit

haben sollten.

Aber gegen Ende des 18. Jahrhunderts nahm die Größe der Schiffe dennoch zu, so daß oberhalb Mannheim ausnahmsweise Schiffe bis zu 120 t, zwischen Mainz und Köln solche von 150 t und unterhalb Köln von 200 bis 250 t, ausnahmsweise bis 300 t Tragfähigkeit verkehrten. Diese Schiffe auf dem Niederrhein hießen »Ackens« oder »Bönder« und waren ebenso kräftig gebaut und ausgerüstet wie die schweren holländischen Schiffe, die »Samoureusen«, welche bei gutem Wasserstande selbst bis 500 t trugen und bis Köln verkehrten. Die offenen Ruhrkohlennachen hatten etwa 150 t Tragfähigkeit.

Im Jahre 1819 wurden bei 815 Rheinschiffern zusammen 1043 Fahrzeuge gezählt, von denen mehr als die Hälfte am Mittelrhein beheimatet waren. Dazu kamen auf den Nebenflüssen 802 Schiffer mit zusammen 1438 Fahrzeugen, so daß im Rheingebiet rund 2500 Schiffe vorhanden waren, von denen die Mehrzahl jedoch nur eine Tragfähigkeit bis zu 15 t hatte. Die Bemannung der großen Schiffe auf dem Mittel- und Niederrhein bestand durchschnittlich aus 5 Leuten ohne den Steuermann; die oberrheinischen Schiffe von mehr als 60 t Tragfähigkeit wurden aber mit 3 Steuerleuten und 8 Knechten besetzt: 1 Steuermann am Hinterruder, 2 Steuerleute am Bugruder und die Knechte an den Riemen der Bordseiten (vgl. Abb. 7, wo noch eine stärkere Bemannung erkennbar ist). Nach 1805 wurde der Zustand, die Ausrüstung und Bemannung der Schiffe von Beamten der Oktroiverwaltung untersucht.

Die Fortbewegung der Schiffe war dieselbe wie im Mittelalter: Talwärts trieb man mit dem Strom und segelte. Aufwärts nahm man in der Regel Pferde zum treideln, die man überall, oft zu bestimmten staatlichen Tarifen, erhalten konnte. Ende des 18. Jahrhunderts kostete z. B. ein Ziehpferd von Köln bis Mainz 25 bis 30 Mark, bei hohen Preisen auch 35 bis 50 Mark, wobei aber der Schiffer Pferd und Pferdeknecht beköstigen mußte.

Die »Leinenreiter oder Halfterer« waren in Zünften vereinigt und lebten oft in Streit mit den Schiffern, die sehr abhängig von ihnen waren. Am Oberrhein, oberhalb Schröck oder Ottenheim, mußte nach wie vor mit Menschen getreidelt werden. Dort wurden die Schiffe bei der Bergfahrt auch in der Regel geleichtert.

Die Bergfahrt eines Lastschiffes dauerte von Mainz bis Straßburg 20 bis 34 Tage, von Rotterdam bis Köln (oft mit 20 bis 30 Pferden) bei günstigem Winde mindestens 14 Tage, oft aber 40 und mehr Tage. Nach Einführung der Oktroiverwaltung wurden für die regelmäßigen Rangladungen in der Zeit von Mitte März bis Mitte November gestattet:

von Holland nach Köln zu Berg 14 Tage, zu Tal 10 Tage,
von Köln nach Mainz zu Berg 8 Tage, zu Tal 4 bis 5 Tage,
von Mainz bis Straßburg zu Berg 14 bis 20 Tage, zu Tal 6 bis 8 Tage.

Man fuhr damals aber meistens schneller und erreichte von Amsterdam in 10 bis 12 Tagen Köln und von da in 6 Tagen Mainz[1]). Im Winter und bei schlechtem Wetter oder Fahrwasser dauerten die Reisen länger.

Der Verkehr auf dem Rhein ging mit den Stürmen der französischen Revolution zurück und war in der Zeit von 1793 bis 1797 ganz gering. Nach kurzem Wiedererwachen kam die Kontinentalsperre, die den Handel so ver-

1) Nach Eckert und Ockhart a. a. O.

minderte, daß z. B. in Köln in den Jahren von 1807 bis 1813 die Zufuhr von unten von 49632 t auf 29073 t und die Abfuhr nach unten von 85766 t auf 38490 t zurückging. In Straßburg ging die Zufuhr von unten von 4306 t auf 876 t zurück; dagegen nahm die Talschiffahrt auf dem Oberrhein infolge des lebhaften Binnenhandels auf der Linie von Straßburg nach Frankfurt a. M. während dieser Zeit erheblich zu[1]). Die Einnahmen aus den im Jahre 1813 noch bestehenden 12 Rheinzollämtern betrugen nur ein Fünftel von den Einnahmen im Jahre 1807.

Auch einige kleinere Kanalbauten sind im Rheingebiet zu erwähnen. Im Jahre 1626 machte man den Versuch, den Rhein mit der Maas bei Venlo durch einen Kanal zu verbinden. Diese niemals fertig gestellte und bald verfallene Wasserstraße ging von Rheinberg aus, führte bei Geldern und Walbeck vorbei und endete bei Arben, etwa 10 km unterhalb Venlo. Auch wird von einer ähnlichen Verbindung berichtet, die von Grimlinghausen bei Neuß nach Venlo führen sollte.

Unter der Regierung des Großen Kurfürsten wurde zur Verbindung der Stadt Kleve mit dem Rhein der etwa 10 km lange Spoykanal unter Benutzung alter Flußarme hergestellt. (Er geriet später in Verfall und wurde 1847 wieder ausgebaut und mit einer Schleuse für kleine Schiffe fahrbar gemacht. Im Jahre 1909 ist der Kanal für große Rheinschiffe hergerichtet und mit einer entsprechenden großen Schleuse versehen worden.)

Im Jahre 1778 wurde auf dem linken Ufer des Oberrheins der Frankenthaler Kanal gebaut, der die betriebsreiche Stadt Frankenthal in der Pfalz mit dem Rhein verbindet. Dieser 4,5 km lange, 2 m tiefe Kanal ist nur für kleine Schiffe fahrbar und hat jetzt nur eine Schleuse von 47 m Länge und 5,2 m Breite. (Im Jahre 1868 betrug der gesamte Kanalverkehr 9100 t.)

Auf dem **Neckar** muß schon im frühen Mittelalter eine einträgliche Schiffahrt betrieben worden sein; denn im Jahre 830 werden bereits die Flußzölle bei Ladenburg und Wimpfen und im Jahre 1100 eine »Schiffslände« in Heilbronn erwähnt[2]). Diese freie Reichsstadt besaß seit 1333 das Stapelrecht und andere Rechte am Strome, den sie durch Mühlenwehre verbaut hatte, und bildete vom Rhein her den Endpunkt der Schiffahrt. Die Grafen von Württemberg strebten seit der Mitte des 15. Jahrhunderts dahin, den Strom oberhalb der Stadt, mindestens bis Kannstadt und Berg (bei Stuttgart) schiffbar zu machen. Im Jahre 1553 erteilte Kaiser Karl V. die Genehmigung dazu; aber der Widerstand der Heilbronner und die vielen Mühlenwehre und anderen Hindernisse, die sich in dieser Stomstrecke befanden, ließen den Plan erst im Jahre 1713 gelingen. Der anfangs recht lebhafte Verkehr bis Kannstadt ließ jedoch bald nach.

Der untere Lauf von Heilbronn bis Mannheim war gleichfalls für die Schiffahrt sehr unbequem; denn abgesehen von einzelnen Stellen mit sehr starkem Gefälle, behinderten Felsbänke, starke Krümmungen u. dgl., sowie besonders die Mühle bei Wimpfen die Fahrt.

Der Schiffahrtbetrieb lag in den Händen der Neckartaler Schiffsbruderschaft. Dies war eine Vereinigung der Schifferzünfte aus allen Orten am Strome, deren Satzungen schon aus dem Jahre 1605 bekannt sind[3]). Die unter Aufsicht der Regierung der Kurpfalz stehende Bruderschaft sorgte auch notdürftig für einen brauchbaren Zustand des Fahrwassers und des Leinpfades. Sie setzte sich aus den »Schiffsleuten« oder »Rangschiffern« und den »Hümplern« zusammen. Die ersten hatten mehr Rechte und größere Schiffe, die am Ende des 18. Jahrhunderts bis etwa 50 t Tragfähigkeit hatten, während die »Humpelnachen« nur 10 bis 15 t tragen konnten und zu den großen Fahrten bis Mainz und Frankfurt mit Kaufmannsgütern in der Regel nicht zugelassen wurden. Der Schiffsmann durfte ein Hauptschiff, ein Leichtschiff und einen Anker- oder Sprengnachen führen, der Hümpler zwei Humpel- und einen Ankernachen. Außerdem gab es »Nachenführer« mit kleinen ein- und zweibordigen Nachen, die noch weniger Rechte hatten und mit der Bruderschaft oft im Streite lagen.

---

1) Vgl. Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1911, S. 155.

2) Pfaff, Geschichte der Neckarschiffahrt in Württemberg bis zum Anfange des 19. Jahrhunderts, Württembergisches Jahrbuch von 1859, II. Heft.

3) Heiman, Die Neckarschiffer. Heidelberg 1907.

Im Jahre 1712 wurden von der pfälzischen Regierung Marktschiffe eingeführt, die zunächst von Heilbronn bis Heidelberg und später über Mannheim und Mainz bis Frankfurt verkehrten. Solche Marktschiffe wurden auch oberhalb Heilbronn bis Ludwigsburg (1714) und bis Kannstadt (1716) eingerichtet. Unterhalb Heilbronn führte das zu vielen Klagen und Beschwerden der Bruderschaft.

Die Fortbewegung der Schiffe erfolgte bergwärts von Mannheim in der Regel durch Pferdetreidelei, durch die Schiffsreiter oder Halfreiter. Die Rittlöhne wurden ebenso wie die Frachtsätze von der Regierung festgesetzt. Damit ferner die Beladung der Schiffe nicht zu lange dauern sollte, wurde zum Vorteil der Kaufleute auch das Höchstgewicht der Ladung vorgeschrieben, am Anfange des 18. Jahrhunderts zu 75 t, später zu 90 t, und Überschreitungen wurden streng bestraft. (Im Jahre 1823 wurden am Neckar 231 Schiffer mit 255 Schiffen gezählt.)

Der Verkehr mit dem Main und dem Niederrhein wurde durch das Stapelrecht von Mainz sehr erschwert, bis im Jahre 1749 in Mainz ein Vergleich zustande kam, der den Neckarschiffern das Recht zur Befahrung dieser Wasserstraßen gab, während sie auf dem Neckar allein berechtigt blieben. Auf der Stromstrecke oberhalb Heilbronn blühte die Schiffahrt wieder auf, als die Pfalz mit Baiern im Jahre 1778 unter dem Herzog Karl Theoder vereinigt wurde und dieser mit Württemberg einen Vertrag schloß, um die Handelstraßen des Rheins und der Donau durch den Neckar zu verbinden. Die Württembergische Regierung baute mit beträchtlichem Aufwande den Strom von Heilbronn bis Kannstadt so aus, daß Schiffe von 20 t Tragfähigkeit fahren konnten, und es entwickelte sich auf diese Weise ein recht lebhafter Handelsverkehr zwischen dem Rhein, Frankfurt und Kannstadt. Es sollen bergwärts in Kannstadt im Jahre 1787 etwa 4950 t Güter angekommen sein. Der Verkehr nahm aber bald wieder ab, weil der Handel, namentlich nach Österreich, andere Wege durch die Weser, die Elbe und über Land wählte. Die Wasserstraße des Neckars war für einen bedeutenden Durchgangverkehr nicht genügend, zumal in Heilbronn alle Waren umgeladen werden mußten. (Dort bestand nur für den Floßverkehr eine im Jahre 1476 erbaute Floßgasse.) Auch verursachte die Mainwasserstraße einen empfindlichen Wettbewerb.

Der **Main** war in seinem unteren Laufe als Zugangsweg für Frankfurt seit den ältesten Zeiten von Schiffen belebt und schon im Mittelalter verkehrten zwischen dieser Stadt und Mainz regelmäßig Marktschiffe (S. 24). Doch litt der Handel von Frankfurt sehr unter dem Stapelrecht von Mainz, das nur während der Frankfurter Messe außer Übung war und im übrigen zu viel Streitigkeiten Veranlassung gab. Der Mainstrom bildete die große Handelstraße von den niederländischen Häfen nach Baiern, Böhmen und Österreich. Die Schiffahrt war lebhaft, aber durch Zölle und das schlechte Fahrwasser behindert. Schon oben (S. 18) war erwähnt, daß im Jahre 1157 die meisten Zölle vom Kaiser aufgehoben wurden. Dennoch bestanden am Ende des 18. Jahrhunderts allein auf der Strecke unterhalb Bamberg 31 Zollstätten. Für das Fahrwasser geschah nichts und die Müller verbauten an vielen Stellen nach Belieben den Strom durch regellose Wehre, in denen nur etwa 10 m weite, durch bewegliche Holztafeln geschlossene Lücken (Wehrlöcher) gelassen wurden. Die Wehre hatten Gefälle bis zu 1 m und waren von der Schiffahrt schwer zu überwinden. Bei Haßfurt z. B. mußte man zu diesem Zwecke einem von 7 Pferden gezogenen Schiffe noch einen Vorspann von 13 Paar Ochsen und 60 bis 70 Menschen geben. Den Müllern mußten für das Durchlassen hohe Abgaben bezahlt werden. Besondere Schiffdurchlässe waren nicht überall vorhanden; nur bei Würzburg bestand ein enger und sehr gekrümmter Umgehungskanal, in dem (vielleicht im 17. Jahrhundert) eine Schleuse von 46,7 m Länge und 6,4 m Breite erbaut wurde. Bei Kitzingen war ein 6,3 m weiter Schiffdurchlaß vorhanden. Außer den festen Mühlen befanden sich auf dem Strome noch viele hinderliche Schiffmühlen, die zum Teil ihren Standort wechselten. Abgesehen von den Mühlen war der Strom sehr verwildert und an einzelnen Stellen (z. B. bei der Mündung in den Rhein) oft so versandet, daß in trockenen Jahren die Schiffe schon bei einem Tiefgange von 0,3 m sitzen blieben.

Der Schiffahrtbetrieb war in den Händen der Zünfte, von denen die zu Würzburg und Bamberg besondere Bedeutung hatten. Es bestanden zwischen einzelnen Orten auch Marktschiff- und Reihefahrten. Die größte Tragfähigkeit der Lastschiffe (meist »Schelche« genannt) war im 15. Jahrhundert 30 t, am Ende des 18. Jahrhunderts 60 t. Ein Schiff der letzteren Art (eine »Frankensau«) war etwa 37 m lang, 5,6 m breit und hatte einen größten Tiefgang von etwa 1,1 m, leer einen solchen von 0,35 m. Die Schiffe waren in der Kimm stark abgerundet, ähnlich wie noch heute, und gut gebaut. Die Schiffbauer am Main, namentlich von Lohr, hatten einen guten Ruf sie wurden z. B. 1770 nach Wien und Prag berufen, um Schiffe für die Donau

und die Moldau zu bauen. Über die Treidelkosten wird mitgeteilt, daß am Ende des 18. Jahrhunderts für ein Pferd von Mainz bis Würzburg 30 Mark und bis Bamberg 45 Mark gezahlt wurden (ohne Futter und Beköstigung der Reiter)[1]. (Im Jahre 1823 wurden am Main 285 Schiffer mit zusammen 656 Schiffen gezählt.)

Im 18. Jahrhundert nahm der Durchgangsverkehr vom Rhein nach Baiern, Böhmen und Österreich allmählich ab, weil die Weser und namentlich die Elbe mit dem Rhein in erfolgreichen Wettbewerb trat. Der Wettbewerb mit der Neckarwasserstraße war bereits erwähnt.

Am Anfang des 19. Jahrhunderts entwickelte sich während der Kontinentalsperre (1807 bis 1813) auf dem Main vorübergehend wieder ein lebhafterer Verkehr (S. 55 u. 63).

Die **Ruhr** kam zum Teil frühzeitig in preußischen Besitz und die Schiffahrt wurde wegen des (zuerst 1317 in einer Essener Urkunde erwähnten) Kohlenbergbaues nach Kräften gefördert. Infolge der Versperrung der Wasserstraße durch Fischwehre im Mittelalter (S. 23) hatte sich nur auf der unteren Strecke von Mühlheim-Broich bis zum Rhein ein Kohlenverkehr in kleinen Schiffen entwickeln können, von dem im Jahre 1599 berichtet wird. Der Große Kurfürst Friedrich Wilhelm bemühte sich im Jahre 1660 um die Verbesserung der Wasserstraße und ebenso wurde unter König Friedrich Wilhelm I. diese Angelegenheit verfolgt, auch wegen der staatlichen Saline Unna; aber die übrigen Uferstaaten machten Schwierigkeiten. Dasselbe wird aus dem Jahre 1737 berichtet, als man von Hattingen aus mit der Kohlenverschiffung Versuche machte[2]. Unter Friedrich dem Großen wurden im Jahre 1764 die Verhandlungen wieder aufgenommen und man beschloß, die Kohlen von der Ruhr über Land nach Dorsten zu schaffen und auf der Lippe zum Rhein zu befördern. Da der Bau der Landstraße zu teuer wurde, mußte dieser Weg aufgegeben werden. Weitere Verhandlungen von 1770 bis 1772 führten schließlich dazu, daß die anderen Uferstaaten die Erlaubnis zur Schiffahrt erteilten; diese war aber durch die vielen Wehre (Schlachten) sehr behindert, da die Kohlen an ihnen 10 bis 15 Male umgeladen werden mußten. Im Jahre 1774 wurde die Schiffahrt für frei erklärt und der große König ordnete den Bau von Kammerschleusen an: 16 Schleusen, davon 7 aus Stein gebaut, 38 bis 45 m lang und 5,65 m breit, waren bis zum Jahre 1780 fertig und sofort begann von Witten abwärts eine lebhafte Schiffahrt. Die Baukosten wurden von der Königl. Kohlenniederlagskasse getragen, die aus der im Jahre 1766 eingerichteten Königl. Märkischen Bergkasse entstanden war. Nach Fertigstellung der Bauten wurde daraus die Ruhrschiffahrtskasse gegründet, der auch die Schleusengebühren zugingen und die ihren Sitz in Ruhrort[3] hatte. (Im Jahre 1823 wurden an der Ruhr 87 Schiffer mit zusammen 225 Schiffen gezählt.)

Donaugebiet.

Auf der deutschen Donau ging im 16. Jahrhundert die Schiffahrt zurück, weil der Welthandel andere Wege gefunden hatte und die untere Donau in den Händen der Türken war. Aber es blieb zwischen Ulm und Wien noch immer eine zeitweise lebhafte Schiffahrt bestehen. Namentlich war der Verkehr mit Salz aus dem Salzkammergut talwärts wie bergwärts bedeutend. Die vielen Flußzölle waren auch auf der Donau hinderlich und drückend.

In den wichtigen Handelstädten am Strome gab es »Schiffmeister«, die in Gilden vereinigt waren und die Schiffahrt betrieben. Besonders gut ent-

---

1) Köberlin, Der Obermain als Handelsstraße im späten Mittelalter. Erlangen und Leipzig 1899. Schanz, Die Mainschiffahrt im 19. Jahrhundert. Bamberg 1894.

2) Ottmann, Die Duisburg-Ruhrorter Häfen. Zur Vollendung der Hafenerweiterungen. 1908.

3) Ruhrort wird schon 1379 erwähnt und soll 1437 befestigt worden sein. Im Jahre 1715 wurde die erste kleine Hafenbucht ausgebaut. Duisburg soll schon aus dem 3. Jahrhundert stammen und hieß früher Deusoburg. Es lag ursprünglich am Rhein und die Duisburger Schiffer waren schon im 12. Jahrhundert überall am Strome bekannt. Im Jahre 1270 veränderte der Rhein sein Bett und der Ort wurde vom Strome abgeschnitten. Doch litt sein Handel nicht darunter. In den Jahren 1828 bis 1831 bauten die Duisburger (auf Aktien) einen Schiffahrtkanal zum Rhein, 1840 bis 1844 einen solchen zur Ruhr. Diese Kanäle waren die Anfänge des heutigen Hafens.

wickelte sich die Personenbeförderung. Wöchentlich verkehrten »Ordinarischiffe« zwischen Wien, Linz, Passau, Regensburg bis Ulm. Die Fahrt abwärts von Regensburg bis Wien dauerte etwa 6 Tage.

Für das Fahrwasser geschah bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts wenig. Zu erwähnen ist, daß bei Wien um 1614 größere Uferschutzbauten ausgeführt und der Donaukanal im Jahre 1700 bis Nußdorf vorgeschoben wurde. Unter der Kaiserin Maria Theresia wurde im Jahre 1750 eine »Navigationsdirektion« errichtet, die für die Hebung der Schiffahrt sorgen sollte. Es wurde versucht, die Stromenge des Strudens, die ebenso hinderlich war wie am Rhein das Binger Loch, zu verbessern; doch hatten die 1778 bis 1791 ausgeführten umfangreichen Felssprengungen keinen Erfolg.

In der baierischen Stromstrecke wurden seit 1790 einige Durchstiche angelegt, von denen die 3 in den Jahren 1806 bis 1814 zwischen Lauingen und Dillingen ausgeführten unter dem Namen »Karolinenkanal« besonders bekannt geworden sind. Aber diese Arbeiten geschahen nicht zur Erleichterung der Schiffahrt, sondern zum Schutz der anliegenden Orte und Ländereien. Infolge der Verkürzung des Flußlaufs ist das Gefälle merklich verstärkt worden.

Die Schiffe wurden als Schachteln, Plätten, Gamsen und Zillen bezeichnet und oft nach dem Ort ihrer Herkunft benannt, wie z. B. die Ulmer Schachteln, die Kehlheimer Plätten und die Trauner Salzzillen. Vielfach dienten sie nur zu einer Talfahrt; stärker gebaute Schiffe wurden aber auch zur Bergfahrt (Gegenfahrt) benutzt. Alle wurden aus weichem Holz mit flachem Boden gebaut und durch ein, zwei oder zuweilen auch 4 Steuerruder (Stoper) gelenkt, die als lange Streichruder angeordnet waren.

Die Größe der Schiffe hat auch auf der Donau allmählich während dieses Zeitraums zugenommen. Am Anfang des 19. Jahrhunderts waren oberhalb Wiens die Hohenauer- oder Klobzillen die größten Donauschiffe. Bei einer Länge bis zu 44 m und einer Breite bis zu 10 m konnten sie 140 bis 170 t tragen. Die Ulmer Schachteln waren bis 30 m lang und 7 m breit, die Kehlheimer Plätten bis 28 m lang und 5,2 m breit. Die Gamsen waren klein und trugen höchstens 50 t, die Salzzillen gewöhnlich nur 20 bis 30 t.

Die Fortbewegung wurde bei der Talfahrt oft durch Rudern unterstützt, während bei der Bergfahrt mit Pferden (am Struden mit Beihilfe von Ochsen) getreidelt wurde.

In den Jahren 1797 bis 1804 wurde von Wien aus in südlicher Richtung bis zur ungarischen Grenze der Wiener-Neustädter Schiffahrtkanal auf Staatskosten gebaut, den man später bis Krain fortzuführen dachte. Der etwa 67 km lange und 1,26 m tiefe Kanal stieg 104 m an, die durch 52 Kammerschleusen von 24 m Länge und 2,5 m Breite überwunden wurden. Die Speisung erfolgte durch die Leitha und den Kehrbach. Im Jahre 1823 wurde der Kanal verpachtet; doch nahm der Verkehr seit der Eröffnung der Eisenbahn (1841) ab und die in der Stadt Wien gelegene Strecke wurde etwa im Jahre 1850 aufgegeben, um Platz für die Verbindungsbahn zu gewinnen. Im Jahre 1869 wurde der Kanal an die »erste österreichische Schiffahrtkanal-Aktiengesellschaft« verkauft. Der Güterverkehr betrug 1871 zusammen 116000 t, die durch 4525 Schiffe befördert wurden. Heute ist der Kanal ganz bedeutungslos.

Auf der Ungarischen Donau entwickelte sich mit dem Verfall der Türkenherrschaft wieder eine lebhafte Schiffahrt, besonders seit den Siegen des Prinzen Eugen von Savoyen und dem darauf folgenden Friedenschluß von Passarowitz im Jahre 1718. Vorher hatten die zwischen Österreich und der Türkei abgeschlossenen Verträge von 1616 und 1699 (Frieden von Karlowitz) zwar die Handelsfreiheit auf der Donau, Theiß und Maros ausgesprochen, aber die Wirkung war nicht bedeutend und auch die im Jahre 1671 gegründete »Levantinische Handelskompagnie« scheint keine großen Erfolge erreicht zu haben. Später bildete sich Szegedin als wichtiger Handelsplatz heraus, besonders für den Salzverkehr (aus Maramar und Siebenbürgen.) Die Freiheit der Schiffahrt wurde im Frieden zu Belgrad 1738 und im Handelsvertrage von 1784 wieder ausgesprochen. Die Schiffahrt litt aber unter den Zöllen und den türkischen Belästigungen. Kaiser Josef II. nahm sich ihrer besonders an und suchte durch Verleihung von Begünstigungen und Vorrechten einen Durchgangsverkehr zum Schwarzen Meer und zum Orient ins Leben zu rufen. Die Schwierigkeiten der Schiffahrt, namentlich bei der Bergfahrt, und die Hindernisse im Fahrwasser waren aber zu groß. Im Jahre 1794 wurde die »privilegiert ungarische Schiffahrtsgesellschaft« gegründet, die einerseits den Verkehr zum Schwarzen Meere und andererseits durch die Save und Kulpa sowie auf einer von ihr gebauten Kunststraße von Karolyvaros nach Fiume den Verkehr zum Adriatischen Meere pflegte. Ferner baute diese Gesellschaft in der Zeit von 1795 bis 1801 den Franzenskanal, der die Theiß mit der Donau verbindet und den Weg von Szegedin nach Budapest erheblich verkürzt[1]). Die Aktionäre hatten von 1802 bis 1825 gute Einnahmen, aber der Kanal erfüllte seinen Zweck nicht, weil er von vornherein unzweckmäßig angelegt war und mangelhaft unterhalten wurde. Der Verkehr ging sehr zurück und die Gesellschaft bot im Jahre 1827 den Kanal dem Staate ohne Entgeld an. Nach vielen Verhandlungen übernahm dieser ihn im Jahre 1842.

Der jetzt 118 km lange Franzenskanal zweigte ursprünglich bei Földvar aus der Theiß ab und mündete bei Monostorszeg in die Donau. In den Jahren 1850 bis 1854 wurde die Donaueinmündung mittels der Franz-Josef-Schleuse nach Bezdan, gegenüber von Battina, verlegt. Im Jahre 1870 gründete General Türr eine Aktiengesellschaft, die mit Staatshilfe den Kanal um- und ausbaute. Von Bezdan wurde auf dem linken Donauufer ein 44,4 km langer Speisekanal stromaufwärts bis Baja geführt und außerdem wurde von Sztapar (etwa in der Mitte des alten Franzenskanals) ein neuer Kanal von 68,3 km Länge in südöstlicher Richtung zur Donau bei Neusatz (Ujwidek) gebaut, der Franz-Josef-Kanal genannt wurde und auch zur Bewässerung diente. Im Jahre 1875 waren diese Arbeiten fertig. Später (1895 bis 1898) wurde auch die Theißeinmündung des alten Kanals weiter stromauf nach O-Becze verlegt und dort eine große Koppelschleuse mit Winterhafen ausgeführt. Im Haupt- und Speisekanal befinden sich 7 Schleusen von mindestens 56 m Länge und 8,4 m Breite, im Franz-Josef-Kanal 4 Schleusen von mindestens 42,6 m Länge und 9,3 m Breite. Die Sohlenbreite der Kanäle soll 16 m, die Wassertiefe 2 m betragen.

Der jetzt ganz unbedeutende, 114 km lange Begakanal, ist schon zu Zeiten des Königs Karl III., also lange vor dem Franzenskanal erbaut. Er führt von Temesvar zur Bega bei Klek, die von dort bis zur Mündung in die Theiß bei Titel schiffbar ist.

---

1) v. Gonda, Die Ungarische Schiffahrt. Budapest 1899.

Die auf der ungarischen Donau, auf der Save und der Theiß verkehrenden Schiffe hatten damals eine Länge bis 47 m, eine Breite bis 6,5 m und eine Tragfähigkeit bis 350 t. Die besseren waren gedeckt und aus Eichenholz gebaut.

Die Fortbewegung bergwärts geschah durch Segeln und Treideln. Die Arbeit war mühsam und kostspielig. Zum Ziehen von zwei zusammengekoppelten mittelgroßen Schiffen sollen 9 Schiffer, 2 Fuhrleute (die voranritten und den besten Weg für den Treidelzug suchten), 38 Treiber und 38 Pferde nötig gewesen sein. Eine Fahrt von Budapest nach Wien dauerte 20 bis 25 Tage. Auch die Talfahrt war schwierig und wurde oft durch Ruderer unterstützt. Zur Steuerung der großen Schiffe wurden hinten und vorn je 2 lange Streichruder benutzt.

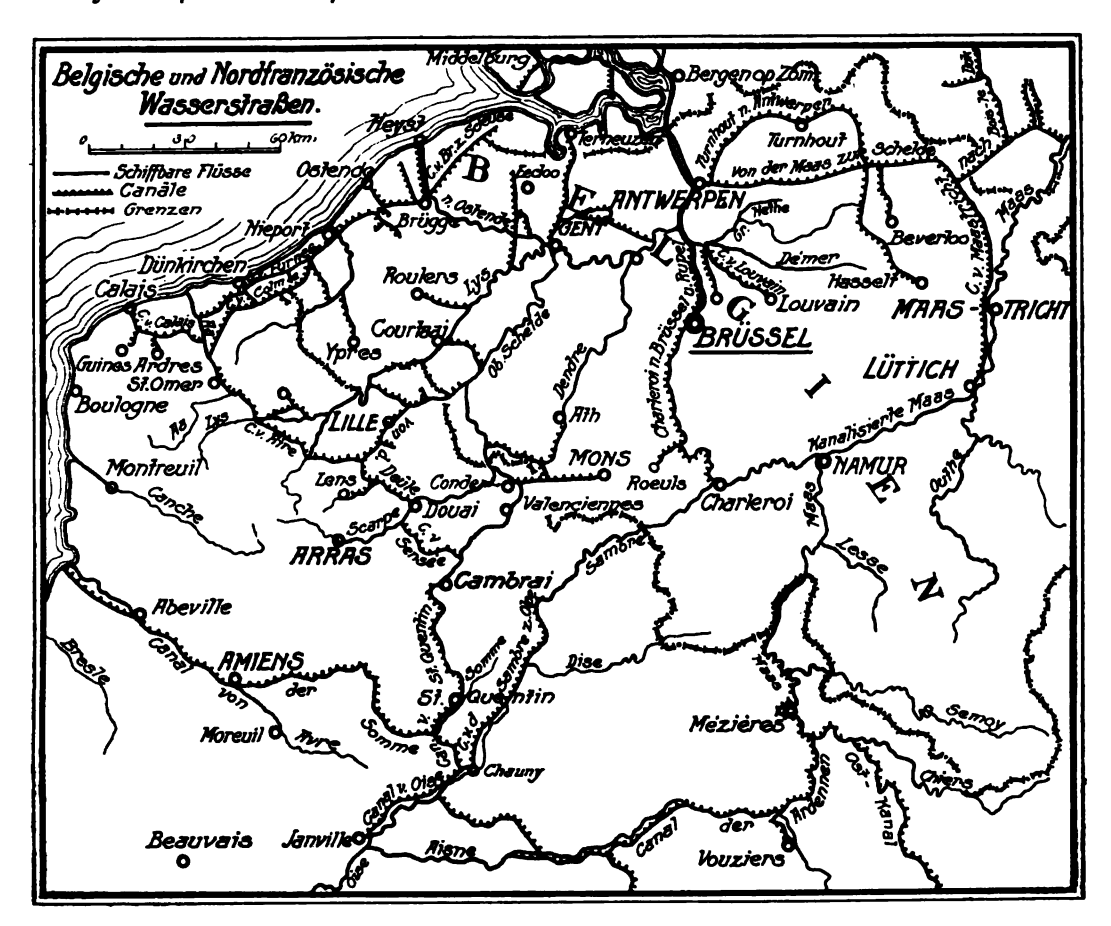
Die Warpschiffahrt, wie sie oben bei der Elbe (S. 54) beschrieben worden ist, scheint bei der Fahrt zu Berg damals noch nicht üblich gewesen zu sein. Denn es wird berichtet, daß erst im Jahre 1812 ein Schiffahrt-Unternehmer in Budapest dies Verfahren als eine neue Erfindung anpries, ohne einen Erfolg erreicht zu haben.

Frankreich.

Die Erfindung der Kammerschleuse soll im Jahre 1515 durch Lionardo da Vinci in Frankreich bekannt geworden sein. Es wurden darauf im Jahre 1528 Kammerschleusen im Ourcq (Nebenfluß der Marne), im Jahre 1538 in der Vilaine (Bretagne) und bald darnach im Lot, zum Teil an Stelle der alten Stauschleusen erbaut. Man ging später dazu über, die neue Erfindung zur Anlage von Scheitelkanälen zu benutzen und durch diese künstlichen Wasserstraßen wurde bis zum Ende des 18. Jahrhunderts die Verbindung der vier hauptsächlichsten Stromgebiete Frankreichs, der Seine, Loire, Rhone und Garonne, miteinander erreicht, so daß man von Paris auf Binnenwasserstraßen nach Nantes, Lyon und sogar nach Bordeaux gelangen konnte.

Die Anregung zu dem großen Kanalnetz ging von den Ministern Sully und Colbert aus. Auch der General Vauban hat sich viel mit Kanalentwürfen beschäftigt und besonders eine Verbindung der Mosel mit der Maas über Toul empfohlen. Bahnbrechend war der Kanal von Briare, der die Seine durch den Nebenfluß Loing mit der Loire in Verbindung brachte. Er wurde im Jahre 1604 unter Heinrich IV. unter Aufwendung von 6000 Mann Soldaten begonnen, (also etwa gleichzeitig mit dem ersten Finowkanal, der aber viel früher fertig wurde [S. 42]), war 59 (jetzt 58) km lang und mit 43 (jetzt 39) Schleusen von 33 m Länge, 5,2 m Breite und 1,3 m Wassertiefe versehen. Der Bau wurde nach dem Tode des Königs unterbrochen und erst in den Jahren 1638 bis 1642 unter Richelieu zu Ende geführt, nachdem zwei Privatleute mit ihm »belehnt« worden waren. In ähnlicher Weise, allerdings mit großer Staatsunterstützung, ging man mit dem Bau des Südkanals (canal du midi oder »von Languedoc« oder »der beiden Meere« genannt) vor, der bereits von Franz I. beabsichtigt war und in den Jahren 1666 bis

1684 ausgeführt wurde. Er geht von dem Küstensee Thau bei Cette aus und führt zur Garonne bei Toulouse, ist 240 km lang und mit 99 (jetzt 65) Schleusen von 29,25 m Länge und 5,5 m Breite versehen. Im Jahre 1679 wurde der 73,5 km lange Kanal von Orleans (beendet erst 1792) genehmigt, der von der Loire zum Nebenfluß der Seine, Loing, an der Mündung des Briarekanals führt, und bald darauf noch einige kleinere Kanäle, so daß im Jahre 1700 schon 678 km Kanäle in Frankreich bestanden.



Im 18. Jahrhundert wurde unter Ludwig XV. der 18 km lange Kanal von Neufossé bei St. Omer (nahe der belgischen Grenze) fertig gestellt. 1719 wurde neben kleineren Kanälen der 50 km lange Seitenkanal des Loing bis zur Seine und 1732 der Kanal von St. Quentin bis Chauny genehmigt. Dieser letztere (1738 eröffnet) ist der südliche Teil der wichtigen Wasserstraße zum nördlichen Kohlengebiet, die die Seine durch Oise und Somme mit der Schelde in Verbindung bringt. In ganzer Ausdehnung (von Chauny bis Cambrai 93 km lang mit 35 Schleusen) ist sie erst im Jahre 1810 vollendet worden.

Diese großen Bauten, die bedeutende technische Schwierigkeiten, Tunnel u. dgl. boten, wurden durch das hervorragende Korps der Ingenieure entworfen und geleitet, die auf der im Jahre 1747 nach dem Vorschlage von Perronet gegründeten »Ecole des ponts et chaussées« vorgebildet waren.

Unter der Regierung Ludwigs XVI beschloß (im Jahre 1783) der Landtag von Burgund den Bau von drei wichtigen Kanälen. Dies waren: der Mittelkanal (canal du centre), der die Loire mit der Saone verbindet, 121 km lang ist und 82 (jetzt 69) Schleusen besitzt, der Kanal von Burgund, der die Seine durch die Yonne mit der Saone verbindet, 242 km lang ist und 191 (jetzt 189) Schleusen besitzt, und der Rhone-Rhein-Kanal, der 318 km lang ist, 162 Schleusen besitzt und die Saone mit der Ill bei Straßburg verbindet[1]). Der Grundstein für alle drei Kanäle wurde 1784 gelegt. Der erste wurde 1792, der zweite 1832 und der dritte 1834 eröffnet. Die staatlichen Umwälzungen und die Kriege verzögerten die Fertigstellung. Im Jahre 1784 wurde auch der Kanal von Nivernais vom Staate begonnen, der eine zweite Verbindung der Seine durch die Yonne mit der Loire bildet, 174 km lang ist und 115 Schleusen hat; er wurde 1793 vollendet. Napoleon I. wandte den Wasserstraßen große Aufmerksamkeit zu und suchte zunächst eine Reihe von Seestädten mit ihrem Hinterlande in bessere Verbindung zu bringen. In der Bretagne wurde der Kanal von Blavet (60 km, 28 Schleusen) zum Hafen Lorient und der Ille-Rance-Kanal (85 km, 48 Schleusen) zum Hafen St. Malo begonnen. Der Kanal von Marans (22 km) wurde nach La Rochelle und der Kanal von Arles (47 km, 4 Schleusen) von der unteren Rhone nach Bouc geführt. An anderen Kanalbauten wurde begonnen: der 24 km lange Kanal von Mons nach Condé an der Schelde (25 km, 7 Schleusen), der einen Teil der wichtigen Verbindung mit Belgien bildet, und 1807 der Kanal von Berry im Gebiet der Loire, 261 km lang mit 114 (jetzt 97) Schleusen. Außerdem wurde von ihm der Stadt Paris im Jahre 1802 die Genehmigung zu den zusammen 120 km langen Kanälen von Ourcq, St. Denis und St. Martin erteilt, die teils zur Wasserversorgung, teils zur Abkürzung der Seinefahrt innerhalb der Hauptstadt dienen. Sie stehen noch heute im Eigentum der Stadt.

Während in Brandenburg und Preußen alle Kanäle vom Staate gebaut und unterhalten wurden, sind die meisten französischen Kanäle vor der Revolution von privaten Unternehmern hergestellt worden, zum Teil auch von

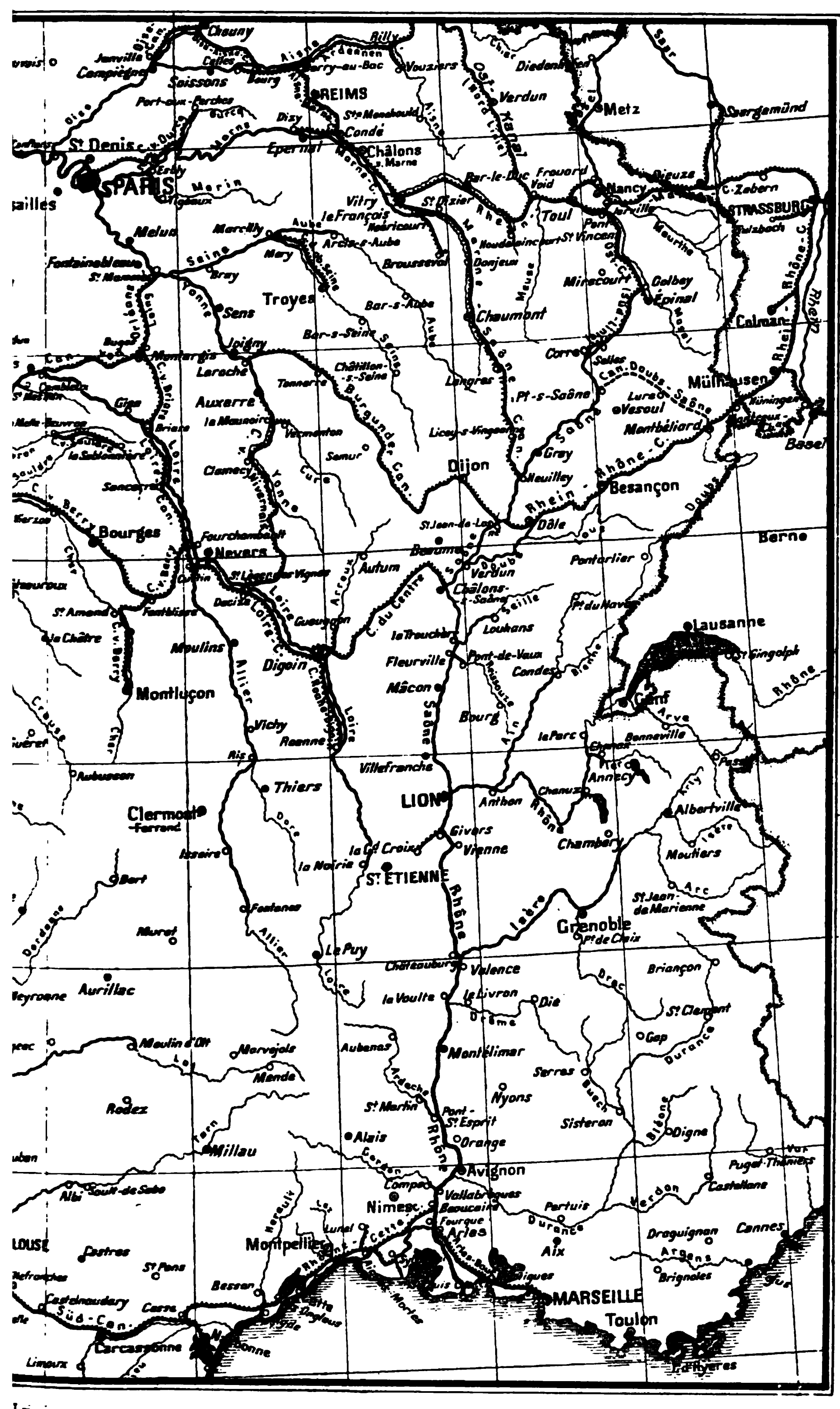
---

1) Seit 1871 gehören von dem Rhone-Rhein-Kanal nur 186 km mit 75 Schleusen zu Frankreich. Der seitdem zu Deutschland gehörende 132 km lange Teil des Kanals überschreitet die französische Grenze nahe bei Altmünsterol und erhebt sich mit 2 Schleusen zu der 2,9 km langen Scheitelhaltung, die 347 m über dem Meere liegt. Mit 41 Schleusen steigt er herab in das Illtal und nach Mühlhausen, wo er den zur Speisung dienenden Kanal von Hüningen aufnimmt. Auf der 95 km langen Strecke bis Straßburg folgen noch 44 Schleusen, die eine Länge von 38,5 und eine Breite von 5,3 m haben. Die Schleusen oberhalb Mühlhausen und in Frankreich bis Deluz (unterhalb Besançon) sind nur 30 m lang. Die Wassertiefe des Kanals beträgt jetzt unterhalb Mühlhausen 2 m und oberhalb 1,6 m.



Verlag von Wilhelm Eng

zu S. 70



Leipzig

den Provinzialständen mit Staatsunterstützung. Die wenigen vom Staate gebauten Kanäle wurden nach Fertigstellung als Lehen an Mitglieder des königlichen Hauses oder andere Personen vergeben, die ebenso wie alle anderen Kanalbesitzer das Recht der Abgabenerhebung hatten. Die Revolution räumte mit diesen Zuständen im Jahre 1790 auf und erklärte alle den Provinzialständen gehörigen und auch die meisten im Privatbesitz befindlichen Kanäle, zusammen etwa 1000 km, für Staatseigentum. Nur 135 km Kanäle, darunter der von Briare, blieben davon frei. Die Kanäle blieben aber nicht lange im Staatsbesitz; Napoleon verkaufte vielmehr bald darauf eine Zahl wichtiger Wasserstraßen an Unternehmer und verlieh, wie schon bemerkt, auch der Stadt Paris neue Baugenehmigungen. Im Jahre 1814 standen 640 km staatlichen Kanälen 573 km nichtstaatliche gegenüber.

Bei der Entwicklung der französischen Wasserstraßen in diesem Zeitalter ist bemerkenswert, daß die bedeutenden Geldaufwendungen von Staat, Gemeinden, Genossenschaften und einzelnen Personen ausschließlich für den Bau von Kanälen gemacht wurden und für die Verbesserung der natürlichen Wasserstraßen fast nichts geschah. Auch der künstliche Aufstau und die Geradelegung (Kanalisierung) der kleinen wasserarmen Flüsse wurde, abgesehen von den schon im Mittelalter unternommenen Bauten, nicht weiter verfolgt. Es war zur Regel geworden, den nach Tiefe, Breite und Wassermenge für die beabsichtigte Schiffahrt nicht mehr genügenden Fluß zu verlassen und die Wasserstraße in einem Seitenkanal fortzuführen, der oft in einen Scheitelkanal überging. Die Flüsse dienten in ihrem oberen Laufe also nur zur Speisung der Kanäle. Am Anfang des 18. Jahrhunderts hatte man versucht, unter Heranziehung der Beteiligten (Schiffergenossenschaften und Uferstädte) einige Ströme, z. B. Loire, Eure, Clain zu verbessern, aber keinen Erfolg gehabt. So kam es, daß die französischen Flüsse sehr verwilderten und immer wieder neue Seitenkanäle notwendig wurden.

Niederlande.

Daß die Kammerschleusen im heutigen Holland schon frühzeitig Verwendung gefunden haben, ist bekannt; doch fehlen genaue Berichte darüber, weil die größte Zahl der dort zur Binnenschiffahrt benutzten Kanäle ursprünglich zur Entwässerung dienten und in diesem Zeitalter durchweg von Gemeinden, Provinzen und Wassergenossenschaften hergestellt wurden. Einer der ältesten Kanäle ist z. B. das Damster-Diep, das im Jahre 1598 gebaut wurde, um Groningen mit dem Seehafen Delfzijl zu verbinden. (Später wurde mit gleichen Endpunkten der nur 28 km lange Emskanal gebaut, auf den der größte Teil des Verkehrs übergegangen ist.) Die Stadt Groningen begann im Jahre 1635 auch mit dem Bau der ersten Torfkanäle. Die Rheinwasserstraße wurde in den Jahren 1701 bis 1706 durch den Pannerdenschen Kanal verbessert, der eine Geradelegung des Niederrheins bei der Abzweigung der Waal darstellt. Aus späterer Zeit ist von Kanälen noch die Dedemsvaart zwischen Hasselt am Zwart-Water und Gramsbergen an der

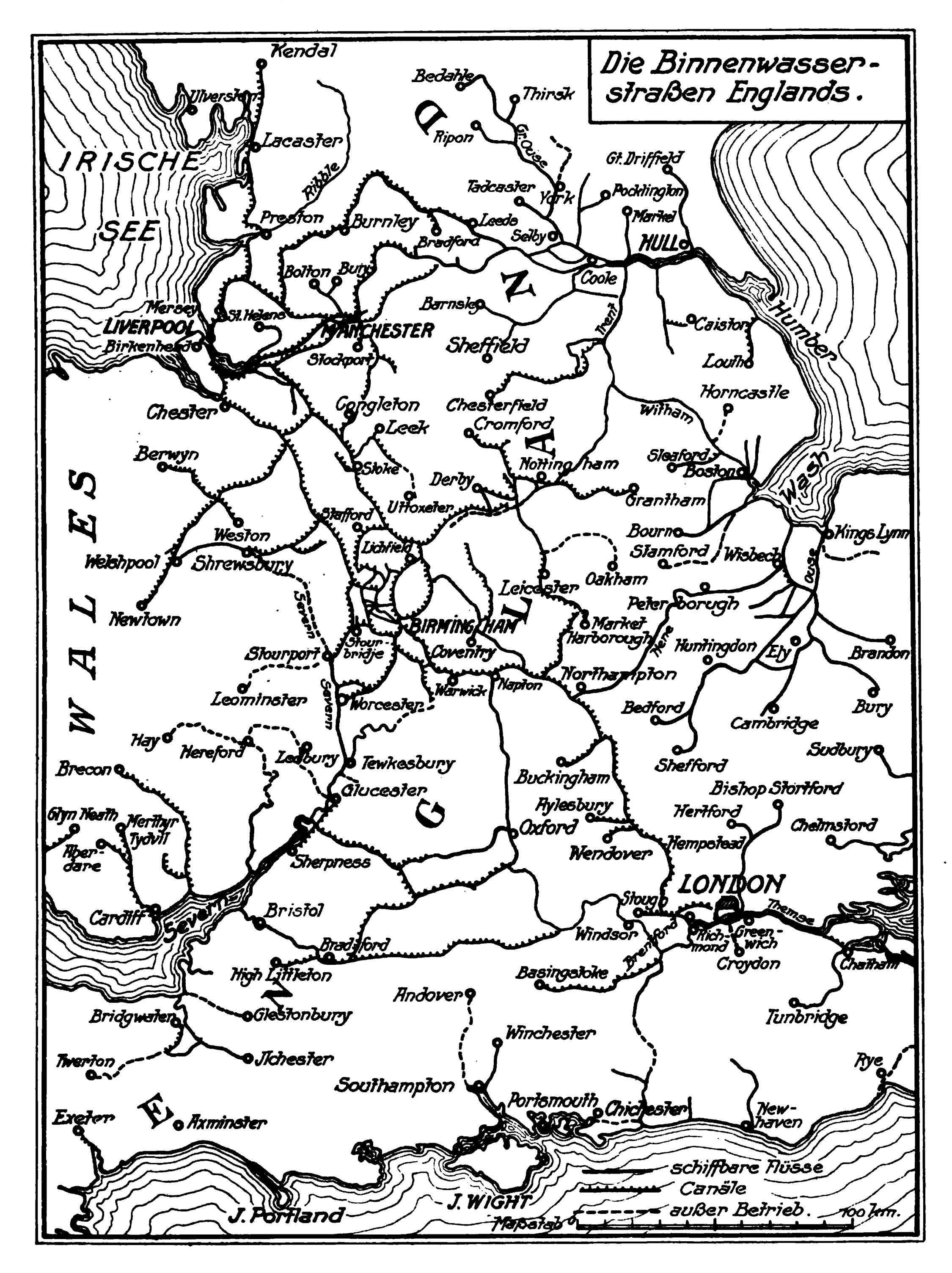
Vechte zu erwähnen, die im Jahre 1809 gebaut wurde, und der Kanal von Zwolle nach Almelo.

Im heutigen Belgien ist der Willebroeckkanal von Brüssel zum Rupel die älteste künstliche Binnenschiffahrtstraße. Ursprünglich wurde die Senne zur Schiffahrt aufwärts bis Brüssel benutzt; dieser kleine Fluß genügte aber im 15. Jahrhundert nicht mehr und es wurde deshalb vom Kaiser im Jahre 1477 der Stadt Brüssel ein Zoll bewilligt, der die Mittel zur Herstellung eines Seitenkanals geben sollte. Da das Unternehmen auf Schwierigkeiten bei der Stadt Mecheln stieß, wurde ein anderer Entwurf aufgestellt, nach dem der Kanal von Brüssel nach Willebroeck führte. Dieser Bau wurde mit 4 Kammerschleusen in den Jahren 1531 bis 1561 fertig gestellt. Der Kanal war 8 bis 10 m breit und 1,9 bis 2,2 m tief. In der Zeit von 1829 bis 1835 wurde er erweitert und schließlich 1896 an eine Gesellschaft abgetreten, die ihn in großen Abmessungen zu einem Seekanal umgebaut hat.

Der Stadt Gent wurde von Kaiser Karl V. im Jahre 1547 die Erlaubnis erteilt, einen alten Mündungsarm der Lys zu erweitern und eine Schleuse zur Verbindung mit der westlichen Scheldemündung anzulegen. Das war der Anfang zu dem heutigen Kanal von Gent nach Terneuzen. Nach dem westfälischen Frieden hörte aber die Schiffahrt auf der Schelde auf und erst im Jahre 1823 ordnete Wilhelm I. von Oranien den Bau des jetzigen Kanals mit großem Querschnitt an. Der südliche Teil gehört zu Belgien, der nördliche zu Holland. In neuester Zeit ist er zu einem großen Seekanal umgebaut worden.

England.

Künstliche Wasserstraßen und Kammerschleusen kamen in England verhältnismäßig spät zur Ausführung. Es ist beachtenswert, daß diese Arbeiten trotz der großen Begünstigung der Binnenschiffahrt seitens der Regierung (S. 30) niemals auf Staatskosten bewirkt wurden. Es wurde vielmehr den Unternehmern (Herzöge, Grafen, Gemeinden oder Gesellschaften) jedesmal durch ein Gesetz die Genehmigung unter Festsetzung der Tarife u. dgl. erteilt. Das erste Unternehmen war die Schiffbarmachung des Medwayflusses, die im Jahre 1664 vom Parlament genehmigt wurde. Im Jahre 1669 folgte die Genehmigung der Aire- und Calderschiffahrt und dann noch anderer Flußbauten. Der erste Kanal wurde erst etwa 100 Jahre später in den Jahren 1759 bis 1765 vom Herzog von Bridgewater zur Verbindung seiner Kohlengruben in Worsley mit der Stadt Manchester erbaut. (Die Verwendung der Steinkohlen zur Eisengewinnung hat etwa um die Mitte des 17. Jahrhunderts begonnen.) Der Erfolg des ersten Kanals war so bedeutend, daß die Kohlenpreise sofort um 40 v. H. fielen und der Kanal schon im zweiten Jahre etwa 20 v. H. Zinsen einbrachte. Im Jahre 1762 erhielt dieser Herzog die Genehmigung zu dem Kanal von Manchester nach Liverpool. Während der erste Kanal nur eine einzige Haltung hatte, verlief der zweite Kanal gleichfalls ohne Schleusen bis


Die Binnenwasser-straßen Englands.
IRISCHE SEE
WALES
ENGLAND
Kendal
Lacaster
Preston
Ribble
Burnley
Bradford
Leeds
Selby
York
Ripon
Thirsk
Bedale
Tadcaster
Gt. Driffield
Pocklington
Market
HULL
Coole
Humber
Bolton
Bury
Mersey
LIVERPOOL
Birkenhead
St. Helens
MANCHESTER
Stockport
Barnsley
Sheffield
Trent
Caistor
Louth
Horncastle
Witham
Chester
Congleton
Leek
Chesterfield
Cromford
Berwyn
Stoke
Derby
Nottingham
Sleaford
Boston
Wash
Grantham
Uttoxeter
Stafford
Weston
Welshpool
Shrewsbury
Newtown
Lichfield
Bourne
Stamford
Wisbech
Kings Lynn
Ouse
Oakham
Leicester
Peterborough
Market Harborough
Huntingdon
Ely
Brandon
BIRMINGHAM
Coventry
Stourport
Stourbridge
Severn
Leominster
Worcester
Warwick
Napton
Northampton
Bedford
Cambridge
Bury
Hay
Hereford
Ledbury
Tewkesbury
Brecon
Glucester
Buckingham
Shefford
Sudbury
Bishop Stortford
Aylesbury
Hertford
Chelmsford
Oxford
Glyn Neath
Merthyr Tydvil
Aberdare
Sharpness
Wendover
Hempstead
LONDON
Themse
Cardiff
Bristol
Slough
Windsor
Brentford
Richmond
Greenwich
Croydon
Chatham
Bradford
High Littleton
Basingstoke
Andover
Tunbridge
Bridgwater
Glastonbury
Winchester
Tiverton
Ilchester
Rye
Southampton
Portsmouth
Chichester
Newhaven
Exeter
Axminster
J. Portland
J. WIGHT
schiffbare Flüsse
Canäle
außer Betrieb.
Maßstab
100 km.

Runcorn, wo er mit 10 Kammerschleusen etwa 25 m tief zum Merseyfluß hinabstieg. Die großen Erfolge dieser beiden Kanäle ermunterten zu weiteren Unternehmungen und es wurden bis zum Jahre 1800 noch 75 andere Wasserstraßen genehmigt, die sich fast über das ganze Land ausbreiteten. Im Jahre 1790 war London mit Bristol, Hull und Liverpool durch Wasserstraßen verbunden.

Auch in Irland wurde im Jahre 1770 eine große Kanalgesellschaft genehmigt; doch hat die Regierung diese durch niedrig verzinsliche Darlehen und Kapitalzuschüsse wiederholt unterstützt.

Die Abmessungen der damals gebauten Wasserstraßen waren sehr verschieden und daher auch die Tragfähigkeit der Schiffe, die nur selten 50 t überschritt.

Im Anfang des 19. Jahrhunderts entwickelte sich auf den englischen Wasserstraßen ein lebhafter Personenverkehr. Leichte Boote von 10 bis 15 t Tragfähigkeit, mit etwa 80 Reisenden besetzt, erreichten auf den Kanälen (z. B. von London nach Birmingham), von Pferden getreidelt, Geschwindigkeiten von 4 bis 6 km in der Stunde, zuweilen aber noch viel größere. Es wird z. B. von dem Paisleykanal, auf dem im Jahre 1833 an einzelnen Tagen bis zu 1000 Personen befördert sein sollen, berichtet, dass die Boote Geschwindigkeiten von mehr als 15 km hatten. Aber sowohl die Pferde wie namentlich die Kanalufer sollen dabei sehr gelitten haben.

Rußland.

Peter der Große (1682 bis 1725) hat sich zuerst um die Verbesserung der Wasserstraßen und die Herstellung neuer künstlicher Verbindungen bemüht. Zuerst ging sein Bestreben dahin, das Wolgagebiet mit dem Don und mit dem Schwarzen Meer in Verbindung zu setzen. Er ließ die schon im 16. Jahrhundert von dem türkischen Sultan Selim angefangenen Arbeiten zu einem Kanal zwischen der Ilovla, einem Nebenfluß des Don, und der Kamychenka, einem Nebenflüßchen der Wolga (nahe bei Kamychin), zunächst fortführen. Das Unternehmen wurde jedoch durch den Krieg mit Schweden im Jahre 1701 unterbrochen. Peter ließ bald darauf mit einer neuen, günstiger liegenden Kanalverbindung zu gleichem Zweck beginnen, und zwar mit dem Ivanovskykanal, der die Quelle des Don mit dem Flusse Chat, einem Nebenflusse der Upa, und der Oka (nahe bei der Stadt Tula, südlich von Moskau) verbinden sollte. Es wird berichtet, daß bis zum Jahre 1707 schon mehr als 20 Schleusen in dieser Strecke fertig gewesen sind, daß die Arbeiten aber eingestellt wurden, weil das Asowsche Meer im Jahre 1711 an die Türken abgetreten werden mußte. Nach der Gründung von Petersburg erkannte der Kaiser es als wichtiger, die Wolga mit der Newa zu verbinden und begann im Jahre 1704 mit der Verbindung der Flüsse Twertza (Nebenfluß der Wolga nahe bei Twer, 745 km oberhalb Rybinsk) und Tsna (Nebenfluß der Msta) sowie der Msta mit dem in den Ladogasee mündenden Wolkhowflusse. Diese, etwa 50 km künstliche Kanäle enthaltende

Wasserverbindung trägt heute den Namen Wischnij-Wolotschek-System. Es wurde dadurch von Astrachan bis Petersburg eine 3932 km lange Binnenwasserstraße eröffnet. Die Geldmittel zu diesem Bau waren zum größten Teil von einem Privatmann hergegeben, dem dafür gewisse Vorrechte und die Abgabenerhebung bewilligt wurden.

Da der neue Wasserweg durch die Stromschnellen in der Msta bei Borowitsch sehr behindert wurde, suchte Peter nach neuen, besseren Verbindungslinien. Das war zunächst die Verbindung des Ladogasees durch den Sias und die Tikhwinka mit der Mologa, die oberhalb von Rybinsk in die Wolga einmündet. Diese erst in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts hergestellte Wasserstraße mit dem Namen Tikhwinskisystem ist von Petersburg bis

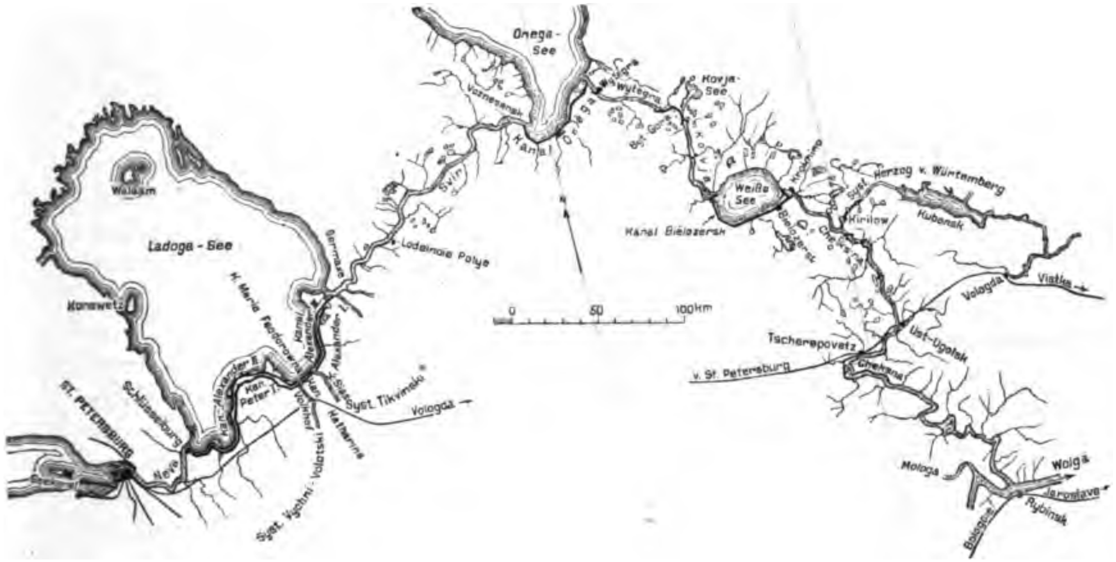


Abb. 8. Wasserstraßen des Mariensystems zwischen Newa und Wolga.

Rybinsk jetzt 927 km lang, wovon 442 km zum Flußgebiet der Newa, 477 km zu dem der Wolga und 8 km zur Scheitelhaltung gehören. Es sind etwa 241 km davon künstlich mit 62 Schleusen ausgebaut. Die Abmessungen sind klein, so dass nur Schiffe von 25 m Länge, 4,27 m Breite und 1,08 m Tiefgang verkehren können.

Peter der Große ließ im Jahre 1711 auch den Entwurf zu einer dritten Verbindung zwischen dem Ladogasee und der Wolga aufstellen, die noch weiter nordöstlich gelegen, aber heute die bedeutendste und wichtigste ist. Sie wurde im Jahre 1810 eröffnet und bekam nach der Gemahlin des Kaisers Paul I. den Namen Mariensystem. In ihrem heutigen Zustande ist sie in Abb. 8 dargestellt[1]).

1) Gerhardt, Zentralblatt der Bauverwaltung 1908.

In dem Aufstieg von Petersburg folgen auf die Newa die Seitenkanäle des Ladogasees, der Fluß Swir, der Seitenkanal des Onegasees und der Fluß Witegra, der im unteren Laufe offen, im oberen aufgestaut ist. Die Seitenkanäle des Ladogasees sind erst später hergestellt worden, und zwar doppelt. Der 574 km lange Aufstieg überwindet jetzt ohne Schleusen 35 m Gefälle bis zur ersten Schleuse im aufgestauten Witegraflusse, von da bis zur Scheitelhaltung 85,8 m Gefälle durch 29 Schleusen. Die Scheitelhaltung zur Durchbrechung der Byt-Gora am Kovjasee ist ein künstlicher Kanal von 8,5 km Länge. Den im ganzen 551 km langen Abstieg zur Wolga bilden der im oberen Laufe aufgestaute und im unteren Laufe offene Kovjafluß, der Kanal Bielozersk um den Weißen See herum und der im oberen Laufe aufgestaute und im unteren Laufe offene Cheksnafluß, der bei Rybinsk in die Wolga mündet. Von den 42,1 m Gefälle des Abstiegs werden 21,7 m durch 7 Schleusen und der Rest durch freies Gefälle überwunden. Die Wasserspiegelbreite der Kanäle beträgt jetzt 25,6 m mit Ausnahme einiger Strecken der Scheitelhaltung mit 23,5 m und 21,3 m Breite. Die Wassertiefe ist 1,94 m, in den Kanälen und aufgestauten Flußstrecken 2,13 m. Die Schleusen haben eine nutzbare Länge von 82,03 m und eine Breite von 10,67 m bei 2,13 m Tiefe. In der aufgestauten Cheksna sind die Schleusen 339,24 m lang und 12,8 m breit. Die auf der Wasserstraße verkehrenden Schiffe haben bei 74,67 m Länge, 9,6 m Breite und 1,7 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von 810 t. Die Dauer einer Reise von Rybinsk (wo oft aus den größeren Wolgaschiffen eine Umladung erfolgt) bis Petersburg dauert jetzt mindestens 16, gewöhnlich 30 Tage, wobei auf dem Wolgaabstieg meistens mit Dampfern geschleppt und auf dem Newaabstieg oft getreidelt wird. Es werden vorwiegend Getreide, Erze, Eisen und Naphtha befördert.

An der oberen Wolga hat sich besonders Rybinsk im Anfang des 19. Jahrhunderts als bedeutender Handels- und Umschlagplatz ausgebildet. Der Strom bildete die Hauptverkehrstraße Rußlands und war von vielen großen Schiffen belebt, obwohl des langen Winters wegen die Schiffahrt nur 6 bis 7 Monate lang betrieben werden kann. Die Fortbewegung der Schiffe geschah wie in Deutschland durch Strömung, Segeln und Treideln; außerdem war besonders die schon oben bei der Elbe (S. 54) beschriebene Warpschiffahrt bei der Bergfahrt üblich. Das an einem Anker oberhalb im Strom befestigte Zugseil wurde aber auf dem Schiffe gewöhnlich um ein Göpelwerk gelegt, das durch Pferde angetrieben wurde. Selbst nach der Einführung der Dampfschiffahrt auf der Wolga (etwa im Jahre 1843) wurde diese Einrichtung noch lange mit der Abänderung beibehalten, daß an die Stelle des Pferdegöpels eine Dampfwinde trat.

Das Beresinasystem verbindet die Oulla, einen Nebenfluß der Düna mit der Beresina, einem Nebenfluß des Dnjepr, also die Ostsee mit dem Schwarzen Meer. Die künstlich ausgebaute Wasserstraße von der Einmündung der Oulla in die Düna bis zur Beresina ist 162 km lang. Im Abstieg zur Düna liegen 11, in dem zur Beresina 3 Schleusen, deren geringste Länge 42 m und deren Breite 9,2 m beträgt. Die Länge der künstlichen Kanäle ist etwa 20 km. Die Scheitelhaltung liegt 164,3 m über der Ostsee. Wegen Wassermangels und geringer Tiefe wird der Kanal nur zur Flößerei benutzt.

Das Oginskisystem verbindet gleichfalls durch den Dnjepr und den Memelstrom (Njemen) das Schwarze Meer mit der Ostsee. Die Schiffahrtstraße geht vom Dnjepr durch dessen Nebenflüsse Pripet, Pina und Jasiolda. Von der in 2 Stufen aufgestauten oberen Jasiolda führt der 55 km lange Oginskikanal zu der Szczara, einem Nebenflusse des Njemen (Memelstrom). Die Szczara ist in ihrem Oberlauf durch 10 Stauschleusen (Nadelwehre) aufgestaut. Der Oginskikanal hat 10 Schleusen von 42,7 m Länge und 5,3 m Breite. Die Scheitelhaltung im Wygonowskisee liegt 154 m über der Ostsee. Die Wassertiefe im Kanal ist 0,9 m und in der kanalisierten Szczara 0,6 m.

Der Kanal wurde im Jahre 1768 von dem polnischen Wojwoden, General Oginski begonnen und von der russischen Regierung in der Zeit von 1799 bis 1804 fertig gestellt. Schon im Jahre 1802 sollen flach gebaute Schiffe vom Dnjepr nach Königsberg gekommen sein. Trotz

der 1846 ausgeführten Verbesserungen hat der Kanal für den Schiffahrtverkehr jetzt keine Bedeutung. (In den Jahren 1889 bis 1894 sollen durchschnittlich jährlich von dem Kanal zum Dnjeprgebiet 131 Schiffe, nach dem Njemengebiet aber nur 18 Schiffe von 12 bis 13 m Länge, 3,6 m Breite, 0,6 m Tiefgang und etwa 5 t Tragfähigkeit gefahren sein.)

Der Bug-Dnjepr-Kanal verbindet den Dnjepr durch den Bug, einen Nebenfluß der Weichsel mit der Ostsee. Die Wasserstraße folgt vom Dnjepr ebenso wie die vorbeschriebene zunächst dem Pripet und der Pina. Während die Straße zum Njemen nördlich durch die Jasiolda führt, verfolgt diese Straße zur Weichsel in westlicher Richtung die Pina weiter aufwärts bis Pinsk, wo mittels einer 47 m langen Schleuse der 79 km lange Königskanal erreicht wird. Er wurde im Jahre 1786 unter dem polnischen Könige Stanislaus August angelegt und in der Zeit von 1839 bis 1843 wesentlich verbessert. Er mündet in den Muchawjec, einen bei Brest-Litowsk in den Bug einmündenden Nebenfluß. Bei hohen Wasserständen besteht außer der genannten Schleuse in der ganzen Wasserstraße keine künstliche Staustufe. Bei niedrigen Wasserständen werden aber Stauschleusen (als Nadelwehre gebaut) aufgerichtet, von denen sich auf dem östlichen Abstieg unterhalb Pinsk 7 und auf dem westlichen 14 befinden. Die Scheitelhaltung liegt 140 m über der Ostsee. Der Kanal ist für Schiffe von 40 m Länge, 6 m Breite und 1,2 m Tiefgang eingerichtet: die Sohlenbreite soll 10,6 m, die Wassertiefe 2 m betragen. Auf mehr als 1 m Tiefe kann in der ganzen Wasserstraße aber nicht gerechnet werden. Es verkehren auch nur kleine Schiffe in geringer Zahl. (In der Zeit von 1890 bis 1894 sollen durchschnittlich in der Richtung zur Weichsel etwa 90 Schiffe, in der Richtung zum Dnjepr nur 15 Schiffe den Kanal durchfahren haben.)

Der Augustowskikanal verbindet die Weichsel mit dem Memelstrom (Njemen). Die Wasserstraße geht von der Weichsel durch die Nebenflüsse Bug, Narew und Bjebrza (Bobr) zu dem 71,5 km langen Kanal, der in die Czarna-Hancza, einen Nebenfluß des Njemen einmündet. Die 9,3 km lange Scheitelhaltung liegt 126 m über der Ostsee. Auf dem östlichen Abstieg zum Njemen befinden sich 11 Kammerschleusen, auf der westlichen zur Weichsel 2. Alle Schleusen sind in Stein gebaut und haben 47,6 m Länge und 6,4 m Breite. Die Sohlenbreite des Kanals beträgt 11,5 m, die Wassertiefe 1,43 m. Der Schiffverkehr ist sehr gering. Außer den wenigen Berlinken (ähnlich den Oderschiffen) von 43 m Länge, 4,9 bis 5,2 m Breite und 1,2 m Tiefgang verkehren meistens nur kleinere Schiffe von 40 bis 70 t Ladung. Der Kanal ist in den Jahren von 1825 bis 1837 gebaut worden. (In der Zeit von 1890 bis 1894 haben den Kanal in jeder Richtung 26 Schiffe befahren.)

In Finnland bestand auf den vielen natürlichen Wasserstraßen seit altersher eine lebhafte Schiffahrt, die aber wegen der geringen Wassertiefen, bis höchstens 0,9 m, gewöhnlich nur mit kleinen Schiffen von etwa 15 m Länge, 1,5 m Breite, 0,8 m Tauchtiefe und 4 t Tragfähigkeit ausgeübt werden konnte. In dem südlichen, besonders entwickelten Teile des Landes hatte man frühzeitig das Bedürfnis nach leistungsfähigeren Wasserstraßen, namentlich um die große Seenkette mit dem finnischen Meerbusen zu verbinden. Am Ende des 16. Jahrhunderts soll ein schwedischer General Pontus de la Gardie von dem südlichsten See, Saïmasee, nach der Stadt Wiborg einen Kanal angelegt haben, dessen Spuren als »Pontusgraben« noch heute vorhanden sind. Doch erst im Jahre 1826 wurde ernstlich angefangen, daraus eine leistungsfähige Straße herzustellen, und der Saïmakanal ist schließlich im Jahre 1856 eröffnet worden. Er ist 59,3 km lang und das Gefälle von 75,9 m wird durch 28 Schleusen von 35,6 m Länge, 7,42 m Breite und 2,67 m Wassertiefe überwunden. Die jetzt auf diesem Kanal verkehrenden Schiffe, die auch für die Küstenschiffahrt geeignet sind, haben 31,2 m Länge, 7,1 m Breite und 2,5 m Tauchtiefe. (Es wird vorwiegend Holz befördert. Im Jahre 1906 wurde der Kanal von 6689 Schiffen durchfahren.)

Schweden.

Die Bestrebungen, die vielen Gewässer des Landes mit einander zu verbinden, reichen bis ins 16. Jahrhundert zurück und der erste mit Kammerschleusen ausgerüstete Kanal soll in den Jahren 1596 bis 1639 bei Torshälla erbaut sein, um Eskilstuna und den Hjelmarsee mit dem Mälarsee zu verbinden. Auch der Plan zur Verbindung des Wenern- und des Wetternsees einerseits mit Gothenburg und der Nordsee und andererseits mit Stockholm und der Ostsee soll schon aus dem Jahre 1516 stammen. Die Trollhättaschleusen wurden 1718 begonnen. Die berühmte Schleuse von Polhem wurde später zerstört und die Fertigstellung der ganzen großen Wasserstraße, von der 80 km auf den Trollhättakanal und 188 km auf den Götakanal entfallen, erfolgte erst im Jahre 1844. Die 74 Kammerschleusen sind 35,64 m lang und 7,13 m breit und die Wasserstraße hat jetzt die bedeutende Tiefe von etwa 3 m. Schon diese Abmessungen weisen darauf hin, daß die Binnenschiffahrt nicht so betrieben wird wie in anderen Ländern: Schwachgebaute, flachgehende Schiffe können auf den großen Seen nicht verkehren; sie müssen vielmehr kräftig gebaut, tiefgehend und seetüchtig sein. Die künstlichen Wasserstraßen Schwedens sind daher eigentlich als Seekanäle und die auf ihnen verkehrenden Fahrzeuge richtiger als Küstenschiffe zu bezeichnen. Alle schwedischen Kanäle sind von Gesellschaften mit Staatsbeihilfe gebaut worden.

Spanien.

Auch in diesem Lande entwickelte sich die Binnenschiffahrt besonders auf dem Ebro und dem Guadalquivir so gut, daß man unter der Regierung Kaiser Karl V. die Absicht hatte, Schiffahrtkanäle wie in anderen Ländern zu erbauen. Erst im 18. Jahrhundert wurde das verwirklicht. Man begann 1753 den Kanal von Kastilien, von Allar nach Serron, der im Jahre 1835 bis Valladolid fortgesetzt wurde. Im Jahre 1849 baute man von ihm aus eine Seitenstrecke nach Rio Secco. Der ganze Kanal ist 209 km lang, hat 5,8 m Sohlenbreite, 1,9 m Wassertiefe und 49 Schleusen. Die Schiffe haben eine Tragfähigkeit von 34,5 t.

Der Kanal von Arragonien ist in der Zeit von 1770 bis 1790 als Seitenkanal des Ebro von Tudela nach Saragossa ausgeführt worden. Er ist 102 km lang und 2 m tief. Die Schiffe haben etwa 100 t Tragfähigkeit.

Der erste Kanal wird von einer Gesellschaft betrieben und nebenbei zum Mühlenantrieb benutzt, während der andere auf Staatskosten hergestellt ist und außerdem zur Bewässerung dient.

4. Die Binnenschiffahrt auf dem Wiener Kongreß von 1815 und die Schiffahrtsakten.

Unter den vielen wichtigen Beschlüssen des Wiener Kongresses sind die Bestimmungen über die staatsrechtlichen und öffentlich rechtlichen Verhältnisse der sogenannten internationalen Ströme, die mehrere Staaten durchfließen und vom Meere aus schiffbar sind, für die Binnenschiffahrt in Deutschland und

Mitteleuropa von besonderer Bedeutung. Man kann die Artikel 108 bis 117 der Kongreßakte mit Recht als die Verfassungsurkunde des internationalen Flußschiffahrtrechts bezeichnen[1]). Der Artikel 109 betrifft die Freiheit der Schiffahrt: Die Schiffahrt auf dem ganzen Laufe der Flüsse, die mehrere Staaten durchfließen oder zwischen ihnen die Grenze bilden, soll von dem Punkte, wo der Fluß schiffbar wird, bis zur Mündung vollkommen frei sein und darf »in bezug auf den Handel« Niemandem untersagt werden. Dieser Satz ist dem Artikel 5 des ersten Pariser Friedens vom 30. Mai 1814 entnommen, der sich nur auf den Rhein bezieht. Dort ist aber die Einschränkung »in bezug auf den Handel« nicht gemacht und zwischen dem Recht der Ufer- und Nichtuferstaaten nicht unterschieden worden. In Wien sollte ein solcher Unterschied gemacht werden, was durch die Erklärung der Schiffahrtkommission des Kongresses ausdrücklich bestätigt wird. Über diese Frage ist seitdem viel gestritten worden und die Ansichten der Staatsrechtslehrer gehen auseinander. Auch ist von ihnen untersucht worden, ob nicht die nationalen Flüsse hinsichtlich der freien Schiffahrt den internationalen (und dem offenen Meere) gleich zu stellen wären. Der Kongreß hat hierüber keine Entscheidung getroffen. Die später auf Grund der Kongreßbeschlüsse vereinbarten »Schiffahrtsakten« für die einzelnen deutschen Ströme beschränkten im allgemeinen die freie Schiffahrt auf die beteiligten Uferstaaten. Dagegen ist z. B. bei der Schelde, beim Po und beim Pruth die vollständige Freiheit festgesetzt worden.

Artikel 114 bestimmt, daß alle Stapel- und Umschlagrechte aufgehoben werden sollen, so weit sie nicht für die Schiffahrt nützlich und notwendig sind. Artikel 115 beschäftigt sich mit den Schiffahrtabgaben (Flußzöllen). Dabei wird auf die Zustände am Rhein Bezug genommen. Es wurde beschlossen, daß diese Abgaben von dem sonstigen Zollwesen der Uferstaaten getrennt zu behandeln seien, und daß sie künftig nicht höher sein dürften wie bisher, vielmehr »zur Ermunterung der Schiffahrt« möglichst herabgesetzt werden sollten. Eine Änderung der Tarife dürfe in Zukunft nur mit Übereinstimmung der Uferstaaten erfolgen.

Durch Artikel 113 wird den Uferstaaten die Verpflichtung zur Unterhaltung der Leinpfade und zur Ausführung aller anderen nötigen Arbeiten zur Freihaltung des Fahrwassers auferlegt.

Artikel 110 ordnet an, daß die schiffahrtpolizeilichen Vorschriften einheitlich für den ganzen Strom erlassen werden sollen, auch in betreff der Abgabenerhebung.

Artikel 108 verlangt, daß die Uferstaaten alle auf die Schiffahrt bezüglichen Angelegenheiten gemeinschaftlich ordnen.

Diese neun Artikel der Kongreßakte beziehen sich auf alle Ströme, die mehrere Länder durchfließen. Außerdem wurden für den Rhein besondere Grundsätze aufgestellt und der Akte beigefügt.

---

1) Holtzendorf, Rumäniens Uferrechte an der Donau. Leipzig 1883.

Abweichend von dem Oktroivertrage (S. 58) wurde an Stelle des Generaldirektors als Vermittelungsbehörde zwischen den Uferstaaten und als oberstes Gericht für alle Schiffahrtangelegenheiten die Zentralkommission eingesetzt: Jeder Uferstaat entsendet dazu einen bevollmächtigten Vertreter, alle Vertreter sind gleichberechtigt. Der Vorsitzende wird durch das Los bestimmt. Die einfache Mehrheit der Stimmen entscheidet. Die Beschlüsse sind für den einzelnen Staat nur so weit bindend, als er seine Zustimmung dazu erteilt. Die Kommission und die von ihr zu ernennenden Inspektoren (1 Oberinspektor und 2 Unterinspektoren) üben nur Aufsichtsbefugnisse aus. Der Vollzug wird ohne Einschränkung den Uferstaaten überlassen. Bei diesen Bestimmungen lag die Absicht vor, einerseits alle Staaten ohne Unterschied der Macht und der Uferlänge gleich zu behandeln und andrerseits die Hoheitsrechte der einzelnen Uferstaaten möglichst zu schonen. Hätte man die Macht und die Länge der Uferstrecken der Staaten berücksichtigt, so wäre die Kommission vielleicht ein politisches Werkzeug der größeren Staaten geworden. Indem man aber jeden Grund des Mißtrauens zwischen den Uferstaaten beseitigte, sicherte man der Kommission eine erfolgreiche Wirksamkeit.

Hinsichtlich der Rheinzölle wurden im allgemeinen die Bestimmungen des Oktroivertrags von 1804 beibehalten. Schon bei den Vorverhandlungen zu diesem in Rastatt (1798) hatte Frankreich die vollständige Abschaffung der Zölle angeregt, aber bei den deutschen Staaten Widerspruch gefunden. Durch den Deputationshauptschluß von 1803 wurden alle (32) bestehenden Zölle aufgehoben und an deren Stelle eine Oktroigebühr eingeführt. Die Einzelheiten sind im folgenden Jahre durch den Oktroivertrag geregelt worden: Es wurden 12 Erhebungsämter eingerichtet, auf jedem Ufer 6. Nach dem für die einzelnen Stromstrecken von Straßburg bis zur holländischen Grenze berechneten Tarif sollten von den Waren je Zentner nicht mehr als ungefähr 2 Francs bergwärts und 1,33 Francs talwärts (je Tonne also 38,4 Mark und 25,6 Mark) erhoben werden, und zwar nach dem Gewicht der Ladung.

Dies waren gegen die früheren Zustände sehr bedeutende Erleichterungen für die Schiffahrt, besonders auch der feste Tarif, weil bis dahin die »Zollrollen« der einzelnen Zollstätten geheimgehalten wurden und die Schiffer im allgemeinen am besten fortkamen, wenn sie sich mit den Zollbeamten gütlich über die Höhe der Abgaben und die vielen Nebengebühren einigten.

Der volle Satz wurde aber nur von der ersten Güterklasse (besonders Kolonialwaren und Fabrikerzeugnisse) erhoben; die zweite Klasse (besonders Getreide, Salz, Gußeisen) zahlte nur ein Viertel und die dritte Klasse (besonders Kohlen, Brennholz, Baustoffe) nur ein Zwanzigstel davon. Die geringwertigen Waren (z. B. Erde, Steine, Dung und Milch, Eier, Gemüse) zahlten nur die doppelte Schiffsgebühr (Rekognition). Diese Abgabe wurde neben dem Oktroi von allen beladenen Fahrzeugen über 2,5 t Tragfähigkeit erhoben und betrug 0,10 Francs bis 15 Francs (0,08 bis 12 Mark). Der höchste Satz trat für Schiffe von 125 t (später von 250 t) Tragfähigkeit ein. Um diese Abgabenerhebung durchzuführen, wurde die Eichung aller Schiffe angeordnet. Die einheit-

lichen Vorschriften der Oktroiverwaltung von 1806 über die Eichung sind später nach Beschluß der Zentralkommission von 1818 fortgeführt worden. Von den Einnahmen der Rheinzölle sollte die Hälfte auf Verbesserungen des Fahrwassers und der Leinpfade verwendet und der Rest an die beteiligten Staaten verteilt werden.

Der Wiener Kongreß[1]) änderte diese Einrichtungen (im Sinne der Kleinstaaterei) und übertrug den Uferstaaten die Erhebung der nach dem gleichen Tarif zu erhebendeu Zölle nach Maßgabe der Uferlängen. Alle anderen Vorschriften wurden aufrecht erhalten.

Bei den Beratungen über die Stapel- und Umladerechte kam es zu harten Kämpfen, da sich Köln und Düsseldorf, Mainz und Frankfurt sowie Heilbronn und Mannheim feindlich gegenüber standen: Schließlich siegten doch die freiheitlichen Anschauungen und man beschloß einmütig ihre Abschaffung. Ebenso wurden alle Monopole und die Vorrechte der Gilden aufgehoben.

Über die Nebenflüsse des Rheins, Neckar, Main, Mosel, Maas und Schelde wurden besondere Verhandlungen geführt. Auf diesen Strömen sollte gleichfalls Verkehrsfreiheit herrschen, Stapelrecht, Umschlagzwang und andere Vorrechte sollten aufgehoben und die neuen Zollsätze nach dem Muster des Rheinoktrois festgesetzt werden, jedoch nicht höher als sie am Anfang des Jahrhunderts gewesen waren.

Es lag in Wien die Absicht vor, für alle internationalen Ströme ähnliche Grundsätze festzustellen, aus Mangel an Zeit wurde aber davon abgesehen. Die Mächte gaben vielmehr nur die ausdrückliche und verbindliche Erklärung ab, daß sie die für den Rhein allgemein festgesetzten Grundsätze bei den von ihnen künftig abzuschließenden Staatsverträgen zugrunde legen würden.

Es wurde beschlossen, daß sechs Monate nach Schluß des Kongresses für jeden Strom Bevollmächtigte der Uferstaaten zusammentreten sollten, um die erforderlichen Verträge zu vereinbaren. Es hat aber lange Zeit gedauert, bis namentlich für die großen deutschen Ströme die betreffenden Schiffahrtsakten zum Abschluß kamen. Vor allem machten die Fragen über die Höhe der Abgaben die Verständigung lange Zeit unmöglich.

Es wurden vereinbart: die Elbeakte 1821, die Weserakte 1823, die Rheinakte 1831, die Douroakte 1835, die Scheldeakte 1839 und 1842, die Emsakte 1843, die Poakte 1849 und die Pruthakte 1866. Dazu traten noch die Verträge zwischen Preußen, Österreich und Rußland über die Schiffahrt auf den gemeinsamen Flüssen (Weichsel, Memel [Niemen], Warthe usw.) von 1815 und 1818.

Für den Rhein trat in Mainz die Zentralkommission bereits 1815 zusammen und übernahm 1817 vorläufig die Leitung der bestehenden Oktroiverwaltung, soweit nicht bereits die Zollerhebung an die Behörden der einzelnen Uferstaaten abgegeben war. Bis zum Abschluß einer Rheinschiffahrtsakte wurde eine »provisorische Verwaltungskommission für die Rheinschiffahrt« eingerichtet. Die Durchführung der in Wien aufgestellten Grundsätze stieß

1) Vgl. Eckert und Gothein a. a. O.

namentlich hinsichtlich der Aufhebung des Umschlagzwanges in Mainz und Köln und der damit verbundenen Gilden auf Schwierigkeiten. Holland wollte die vorläufigen Einrichtungen auf Grund des alten Oktroivertrags nicht anerkennen, bevor nicht eine endgültige Schiffahrtsakte vereinbart und vollzogen wäre, sondern führte im Gegenteil sehr hohe Durchfuhrzölle (etwa 3 v. H. des Wertes der Güter) ein, erhöhte seine Wasserzölle und verbot die Durchfuhr einiger wichtiger Waren (z. B. Gewürze, Thee und Salz) überhaupt (1816), so daß der deutsche Rheinhandel sehr gedrückt und geschädigt wurde. Die allgemeine Entrüstung war ohne Wirkung, weil diese Zölle bei den Beschlüssen des Wiener Kongresses ausdrücklich unberücksichtigt geblieben waren. Köln und seine Handelskammer erstrebten auf Grund der Kongreßakte freie Schiffahrt auf dem Rhein bis ins Meer und verlangten als Entschädigung für ihr Umschlagrecht die Anerkennung der Stadt als Seehafen.

So blieben die Umschlagrechte und die Gilden in Köln und Mainz vorläufig bestehen, mehr zum Schaden des deutschen als des holländischen Handels, und die Verhandlungen zwischen Preußen und Holland sowie im Schoße der Zentralkommission zogen sich jahrelang hin. Unterdessen entstanden neue Handelswege mit Umgehung Hollands über Hamburg, Bremen und Havre und schon 1818 wurde eine Abnahme des Rheinverkehrs festgestellt. Schließlich sah sich Holland veranlaßt, im Jahre 1822 sein Zollgesetz zu mildern und 1829 den Vorschlag der preußischen Regierung anzunehmen, die an Stelle der Durchfuhrzölle eine feste Abgabe nach Gewicht in der Form eines Tonnengeldes, ähnlich dem Sundzoll, zubilligen wollte. Als die belgische Revolution ausbrach, die den niederländischen Staat wieder in zwei Hälften zerlegte, wurde der Vertrag zwischen Preußen und Holland unterzeichnet und im März 1831 von der Zentralkommission genehmigt, wodurch die erste Rheinschiffahrtsakte endlich zum Abschluß gelangte.

Die in Wien aufgestellten Grundsätze kamen in vollem Umfang zur Einführung: die Freiheit des Stromes, einschließlich Waal und Leck, bis ins Meer für alle Rheinschiffe, die Aufhebung aller Stapel-, Umschlag- und anderer Vorrechte der Gilden, Oktroi- nebst Schiffsgebühr und außerdem für Holland an Stelle der hohen Durchfuhrzölle eine feste Abgabe (droit fixe) von $13^1/_4$ centimes je Zentner (2,06 Mark je t) bergwärts und 9 centimes je Zentner (1,44 Mark je t) talwärts, die für viele Waren aber bedeutend ermäßigt wurden. Auch andere Zollerleichterungen wurden von Holland zugestanden.

In einem besonderen Titel (V) wurde festgesetzt, daß hinfort die Frachtsätze lediglich auf der freiwilligen Übereinkunft des Schiffers und des Versenders beruhen: Der letztere ist berechtigt, den Schiffer auszuwählen, der erstere die angebotene Ladung abzulehnen. Rangfahrten dürfen eingerichtet werden, bleiben aber für die nicht daran Beteiligten unverbindlich. Zwei oder mehrere Handelstädte können mit einer beliebigen Anzahl Schiffer Verträge schließen, die Frachtsätze, die Zeit der Abfahrt und der Ankunft sowie andere Bedingungen vereinbaren, um den Kaufleuten billige Frachten

und den Schiffern schnelle Rückfahrt zu sichern; doch steht es an diesen Orten jedem Kaufmann und jedem Schiffer frei, ob er sich dabei beteiligen will oder nicht. Ferner wurde bestimmt, daß jedem Schiffer, der seine Befähigung vor der Behörde seines Landes nachweist, die Befugnis zur Ausübung der Rheinschiffahrt durch ein Patent erteilt werden soll und daß die Schiffe auf ihre Tauglichkeit untersucht werden müssen.

Die Uferstaaten verpflichteten sich, an ihren Ufern Freihäfen anzulegen, für die Instandhaltung der Leinpfade zu sorgen und die nötigen Maßregeln zu ergreifen, daß die Schiffahrt nicht durch Hindernisse im Fahrwasser gehemmt würde. In mangelhaften Stromstrecken mit veränderlichem Fahrwasser sollte dieses durch Baaken bezeichnet werden.

Zur dauernden Aufsicht über die Schiffahrt wurden ein Oberaufseher und vier Aufseher bestellt, die auch die laufenden Geschäfte der Zentralkommission führten. Wichtig war die Einführung der Rheinschiffahrtgerichte und die Einsetzung der Zentralkommission als Berufungsstelle in Straf- und Zivilsachen, indem es jedem freigestellt wurde, entweder bei ihr oder bei dem Obergerichte des betreffenden Uferstaats die Berufung anzubringen.

Nach den Vorschriften des Wiener Kongresses und der Schiffahrtsakte waren die Uferstaaten nur berechtigt, die Zölle in der festgesetzten Höhe zu erheben, aber nicht dazu verpflichtet. Es kam bald dahin, daß einzelne Staaten, namentlich Preußen mit 8 Erhebungsämtern, zur Begünstigung ihrer Rheinstädte die Zollsätze teilweise erniedrigten oder gar nicht erhoben, so daß schließlich ein Wettbewerb, gewissermaßen ein Zollkrieg, zwischen den einzelnen Uferstaaten entstand. Auch die Einwirkung der Dampfschiffe und der Eisenbahnen drängten auf Ermäßigung der Zölle. Die größeren Staaten waren allgemein dazu geneigt; aber die kleineren, namentlich Nassau und Hessen, leisteten Widerstand, weil sie die Einnahmen nicht entbehren zu können glaubten. Holland, gedrängt durch den empfindlichen Wettbewerb von Antwerpen und durch die Eisenbahn von Köln dorthin (1843 vollendet), war der erste Staat, der im Jahre 1842 die vollständige Aufhebung der Zölle beantragte, aber bei der preußischen Regierung damals kein Entgegenkommen fand, weil diese weitere Handelsvorteile von Holland erwartete. Als nach den Ereignissen von 1848 die Rheinzölle von der Zentralkommission erheblich herabgesetzt worden waren, änderte Holland seine bisherige Handelspolitik vollständig, hob 1850 alle Durchfuhr- und anderen Wasserzölle auf und ermäßigte seine Einfuhrzölle erheblich. In dem mit Preußen für den Zollverein geschlossenen Handelsvertrag von 1851 wurden diese Bestimmungen festgelegt. (Dieser Handelsvertrag besteht noch heute zu Recht.) Die deutschen Uferstaaten ermäßigten gleichfalls immer mehr die Zollsätze, mit Ausnahme von Nassau, bis der Krieg von 1866 und der darauffolgende Friedensschluß allen Rheinzöllen ein Ende machte[1]. (In den Jahren 1865 und 1866

1) Vgl. Eckert und Gothein a. a. O.

betrug der ganze Rheinzoll von der holländischen Grenze bis Mannheim nur noch 2,27 Mark je Tonne.)

In der »Revidierten Rheinschiffahrtsakte« von 1868 sind die freiheitlichen Grundsätze der älteren Akte sämtlich beibehalten und zum Teil erweitert worden. Es wird die völlige Freiheit der Schiffahrt auf dem Rhein und seinen Mündungen von Basel bis ins offene Meer für Schiffe aller Völker festgestellt, sofern sie den Vertragsbestimmungen und den Polizeivorschriften Genüge leisten. Waal und Leck werden als zum Rhein gehörig betrachtet. Die zur »Rheinschiffahrt gehörigen Schiffe«, die zur Führung der Flagge eines der Rheinuferstaaten berechtigt sind, dürfen jeden beliebigen Weg durch Holland nach dem Meere oder nach Belgien einschlagen.

»Abgaben, die sich lediglich auf die Tatsache der Beschiffung gründen, dürfen auf dem Rhein, seinen Nebenflüssen und seinen Armen im niederländischen Delta weder von irgendwelchen Schiffen oder deren Ladungen, noch von den Flößen erhoben werden. Die Erhebung von Gebühren ist künftighin nur für Benutzung künstlicher Wasserstraßen oder Anlagen, wie Schleusen u. dgl. gestattet.«

Außer den genaueren Bestimmungen über den Befähigungsnachweis der Schiffer und deren Patente ist zu erwähnen, daß der früher eingesetzte Oberaufseher fortfiel und dafür vereinbart wurde, daß von Zeit zu Zeit gemeinschaftliche Befahrungen des Stromes durch die Wasserbaubeamten der Uferstaaten vorgenommen werden sollten, um die Beschaffenheit des Stromes, die Wirkungen der zu dessen Verbesserung getroffenen Maßregeln und die etwa eingetretenen neuen Hindernisse zu untersuchen und festzustellen. Solche Bereisungen waren schon 1849 und 1861 ausgeführt worden.

Weder die Schiffahrtsakte von 1831, noch die von 1868 enthält eine ausdrückliche Verpflichtung der Uferstaaten zum Ausbau des Stromes (für eine gewisse Fahrwasserbreite und Tiefe) und besonders Holland weigerte sich 1868, eine solche zu übernehmen. Dagegen besteht eine solche Verpflichtung nach dem oben erwähnten, zwischen Holland und Preußen (zugleich für den Zollverein) im Jahre 1851 abgeschlossenen Handels- und Schiffahrtvertrage. Im Artikel 23 dieses Vertrags ist vereinbart: »Um sobald als möglich die Hindernisse zu entfernen, welche der Zustand der Ströme, insbesondere zwischen Köln und Dordrecht und Rotterdam, der Schiffahrt in den Weg legt, verpflichten sich beide Regierungen gegenseitig . . ., den Lauf desselben berichtigen und das Fahrwasser vertiefen zu lassen, um, soweit es durch künstliche Arbeiten geschehen kann, zu allen Jahreszeiten eine für beladene Fahrzeuge hinreichende Fahrtiefe zu sichern[1]).

Die Zentralkommission, mit dem Sitz in Mannheim, entwirft auch die Schiffahrtpolizeiordnungen, die darauf von den einzelnen Uferstaaten amtlich erlassen werden. Sie tritt alljährlich zusammen und besteht jetzt aus je einem Vertreter von Baden, Elsaß-Lothringen, Baiern, Hessen, Preußen und Holland.

Die Schweiz ist daran nicht beteiligt. Zwischen ihr und Baden sind besondere Verträge in den Jahren 1867 und 1879 abgeschlossen worden. Dabei wurden auch die letzten »Ausschlußrechte« der Schifferschaft zu Laufenburg und der Rheingenossen zwischen Säckingen und Grenzach aufgehoben.

---

1) Peters, Schiffahrtsabgaben. Leipzig 1906, S. 303.

Die Emsschiffahrtsakte, die zuerst 1815, dann 1820 und endgültig im Jahre 1843 zwischen Preußen und Hannover abgeschlossen wurde, ist infolge der Ereignisse von 1866 als aufgehoben anzusehen.

Die Weserschiffahrtsakte wurde zuerst im Jahre 1823 vereinbart, 1857 durch eine Additionalakte ergänzt und besteht mit einigen im Jahre 1861 vorgenommenen Änderungen noch heute zu Recht. Bei dem ersten Vertrage wurden alle Stapel-, Umlade- und Gildenrechte, sowie alle Abgaben aufgehoben, mit denen die Schiffahrt stark belastet war, mit Ausnahme der Zölle. Die Zollstätten (früher 22) wurden ebenso wie die Höhe der Zölle wesentlich vermindert. Ihre endgültige Aufhebung erfolgte durch Verträge zwischen den Uferstaaten im Jahre 1856.

Abweichend von der Rheinakte ist zwar die Schiffahrt auf der ganzen Weser (vom Zusammenfluß der Werra und Fulda bis ins Meer) in bezug auf den Handel frei; doch bleibt die Schiffahrt von einem Uferstaat zum anderen (Kabotage) ausschließlich den Untertanen dieser Staaten vorbehalten. Der Befähigungsnachweis der Schiffer und die Schiffuntersuchung ist ähnlich wie auf dem Rhein vorgeschrieben. Zur Einrichtung von Reihefahrten ist die Genehmigung der betreffenden Staatsregierungen erforderlich. Die Staaten verpflichten sich gegenseitig für einen guten Zustand der Leinpfade und für die Beseitigung von Schiffahrthindernissen zu sorgen. Der Additionalakte von 1857 war eine Schiffahrtpolizeiordnung für den Weserstrom beigefügt.

Alle diese Vereinbarungen gelten nur für den Hauptstrom und nicht für die Quell- und Nebenflüsse.

Um eine Elbschiffahrtsakte zu vereinbaren, traten 1819 in Dresden 10 Bevollmächtigte zusammen. Man konnte sich schwer über die Zölle einigen, namentlich über den Brunshauser oder Stader Zoll, von dem Hannover behauptete, es wäre ein Seezoll und von den Wiener Beschlüssen nicht betroffen. 1821 kam die Akte zustande. Die Zahl der Zollstätten wurde von 35 auf 14 herabgesetzt. Nach dem Gewicht der Ladung wurde ein Elbzoll in 6 Klassen und außerdem von dem Schiffe eine Schiffsgebühr (Rekognition) in 4 Klassen erhoben, ähnlich wie am Rhein. Stapel-, Gildenberechtigungen u. dgl. wurden aufgehoben, die Freiheit der Schiffahrt jedoch wie bei der Weser mit der »Kabotage« beschränkt und außerdem die Schiffahrt innerhalb der Grenzen eines Uferstaats von den Vereinbarungen überhaupt ausgenommen. Befähigungsnachweise der Schiffer und Untersuchung der Schiffe wurden allgemein eingeführt und Reihefahrten wie an der Weser von der Genehmigung abhängig gemacht. Außerdem wurden die üblichen Vereinbarungen über Verbesserung der Leinpfade und die Beseitigung von Hindernissen im Fahrwasser ausgesprochen. Zur späteren Fortsetzung der Beratungen sollten von Zeit zu Zeit Revisionskommissionen zusammentreten.

Diese tagten 1824 und 1828 und beschäftigten sich vorwiegend mit den Zöllen, deren Höhe allgemein als sehr drückend empfunden wurde. Kleine Milderungen genügten nicht. Erst im Jahre 1842 brachte die Kommission in

Dresden eine wirkliche Verbesserung, indem sich Hannover, Dänemark (für Lauenburg) und Mecklenburg mit Preußen zu einem gemeinschaftlichen Zollamte in Wittenberge vereinigten und die Schiffsgebühr ganz aufgehoben wurde. (Der Normalzoll für den ganzen Strom wurde je Tonne auf 34 Mark festgesetzt.) In diesem Jahre fand auch die erste gemeinschaftliche Befahrung des Stromes durch die Wasserbaubeamten der Uferstaaten statt, die einheitliche Grundsätze für die künftige technische Behandlung des Stromes aufstellten. Sie wurden in die Additionalakte von 1844 aufgenommen. Hinsichtlich der Freiheit der Schiffahrt enthält die neue Akte einige Verbesserungen: »Die Beförderung von Personen und Gütern von der Nordsee nach jedem Elbuferplatze und von jedem Elbuferplatze nach der Nordsee steht den Schiffern aller Nationen zu. Zum Schiffahrtverkehr zwischen Elbuferplätzen verschiedener Staaten sind die Fahrzeuge sämtlicher Uferstaaten berechtigt.« »Die Befugnis zur Beförderung von Personen und Gütern von einem Elbuferplatze seines Gebiets nach einem anderen Elbuferplatze desselben Gebiets kann jeder Staat seinen Untertanen vorbehalten; jedoch dürfen Schiffe eines Uferstaats, wenn sie bei Gelegenheit größerer, vom eigenen Land aus oder dahin zurückgehender Fahrten das Gebiet eines anderen Uferstaats ganz oder teilweise durchfahren, in der Richtung ihrer Fahrt auch zwischen den Uferplätzen dieses letzteren Gebiets Personen und Güter befördern« — mit Ausnahme auf der Unterelbe.

Es wurden ferner Elbzollgerichte eingeführt, die auch in Strafsachen zuständig sind.

Dieser Schiffahrtsakte, die noch heute zu Recht besteht, wurde eine für die ganze Elbe gültige Schiffahrtpolizeiordnung beigefügt.

Weitere Revisionskommissionen, die 1850 bis 1854 und 1858 tagten, beschäftigten sich allein mit der Herabsetzung der drückenden Zölle, hatten aber wenig Erfolg. Österreich, Preußen und Sachsen waren zu einer Herabminderung bereit; aber die anderen Staaten, namentlich Hannover sträubten sich dagegen. Im Jahre 1863 erfolgte eine namhafte Herabsetzung des Zolls auf 2,8 Mark je t, und dieser Zoll wurde hinfort nur in Wittenberge erhoben. Von den Einkünften entfiel eine Hälfte auf Oesterreich, Sachsen, Preußen, Anhalt und Hamburg, während die andere unter Hannover, Mecklenburg und Dänemark verteilt wurde.

Im Jahre 1870 wurde durch den norddeutschen Reichstag nach Abschließung eines Staatsvertrags mit Österreich endlich der Zoll vom 1. Juli an aufgehoben. Mecklenburg wurde durch 3000000 Mark und Anhalt durch 255000 Mark abgefunden.

Im Jahre 1880 wurde eine neue Schiffahrtsakte zwischen den Uferstaaten vereinbart und dem Deutschen Reichstage vorgelegt; sie kam aber nicht zur Verabschiedung.

Für die Donau kam es zu keiner allgemein als rechtsgültig anerkannten Schiffahrtsakte. Im Jahre 1851 schlossen Österreich und Baiern einen Ver-

trag, durch den die drückenden Flußzölle (in Österreich unter der Enns bestanden z. B. 77 Zollstätten) für alle Güter, die aus ihren Staaten kamen, aufgehoben wurden und in dem auch die Verpflichtung enthalten war, den Strom bis nach Ulm in stets fahrbarem Zustande zu erhalten. Auf Grund dieses und eines zweiten 1855 geschlossenen Vertrags wollte Österreich, als nach dem Krimkriege auf dem Pariser Kongreß von 1856 die Schiffahrtangelegenheiten der Donau im Sinne der Wiener Kongreßakte geregelt werden sollten, die obere Donau von den Verhandlungen ausschalten. Aber die anderen Großmächte waren damit nicht einverstanden und es wurden zwei Kommissionen eingesetzt: Die eine, aus Vertretern der Großmächte zusammengesetzt, sollte für die Ausführung der Verbesserungen in den Donaumündungen sorgen und nur einige Jahre lang bestehen, während die andere, die Uferstaatenkommission, im Sinne der Wiener Kongreßakte alle Schiffahrtangelegenheiten des ganzen Stroms einheitlich dauernd behandeln und später, nach Auflösung der ersten Kommission, auch die Mündungen überwachen sollte[1]). Dabei wurde für die Schiffahrt die Gleichberechtigung aller Völker festgestellt. Am Ende des Jahres 1856 trat die Uferstaatenkommission zusammen, beschloß die Freiheit des Verkehrs, hob alle Vorrechte und Durchgangzölle auf u. dgl. Die Freiheit der Schiffahrt war aber keine vollständige, vielmehr wieder durch die sogenannte Kabotage beschränkt, d. h. der Verkehr von Uferstaat zu Uferstaat war den Nichtuferstaaten verboten. Diese Vereinbarung von 1857 (»Donauschiffahrtsakte« genannt) wurde von den Großmächten bei den 1858 in Paris gepflogenen Verhandlungen nicht anerkannt, weil sie ihren Beschlüssen von 1856 nicht genügte, während Österreich den übrigen Großmächten das Bestätigungsrecht dieser Akte bestritt. Die Donauuferstaaten gaben schließlich in gewissem Grade nach und unterzeichneten 1859 in Wien eine Additionalakte, die infolge des bald beginnenden Krieges aber nicht von den Mächten anerkannt worden ist[2]).

Auch spätere Verhandlungen (z. B. 1866) führten zu keiner endgültigen Einigung. Die Uferstaatenkommission ist nicht mehr zusammengetreten und auf dem Berliner Kongreß 1878 garnicht mehr erwähnt worden. Dagegen sind die Befugnisse der europäischen Donaukommission für die Mündungen immer wieder (zuletzt 1883 in London) von den Großmächten verlängert worden, merkwürdigerweise ohne Hinzuziehung von Rumänien.

An dieser Stelle mag noch auf die großen Vorteile hingewiesen werden, die der Binnenschiffahrt durch den preußisch-deutschen Zollverein erwuchsen, der am 1. Januar 1834 mit Beteiligung von zunächst 18 deutschen Staaten ins Leben trat. Außer dem Fortfall der meisten Durchgangzölle wurden

---

1) George Radu, Die Donauschiffahrt in ihrer völkerrechtlichen Entwicklung. Berlin 1909.

2) Peters, Schiffahrtsabgaben, Leipzig 1906, vertritt auf S. 329 die Ansicht, daß die Schiffahrtsakte von 1857 als geltendes Recht anzusehen ist, da sie in Österreich und Baiern als Gesetz veröffentlicht worden ist.

auch die Rhein- und Elbezölle dadurch insofern gemildert, als die am Zollverein beteiligten Staaten sich gegenseitig die Flußzölle mehr oder minder erließen oder wieder ersetzten.

5. Die Binnenschiffahrt von der Erfindung des Dampfschiffs bis zum Jahre 1870.

Wie die Kammerschleuse die Herstellung künstlicher Wasserstraßen möglich machte, so gab die Dampfmaschine zur Fortbewegung der Schiffe an Stelle der unzuverlässigen Windkraft und der schwachen Muskelkraft der Menschen und Tiere eine sichere, ausreichende Triebkraft. Man setzt gewöhnlich die Einführung der Dampfschiffahrt in das Jahr 1807, in dem am 17. August Robert Fulton mit dem Schiffe »Claremont« (vom Volke »Narrheit« genannt) die erste erfolgreiche Fahrt auf dem Hudson von New-York nach Albany machte. Aber die Erfindung des Dampfschiffs und der Dampfmaschine hat eine mehr als hundert Jahre lange Vorgeschichte.

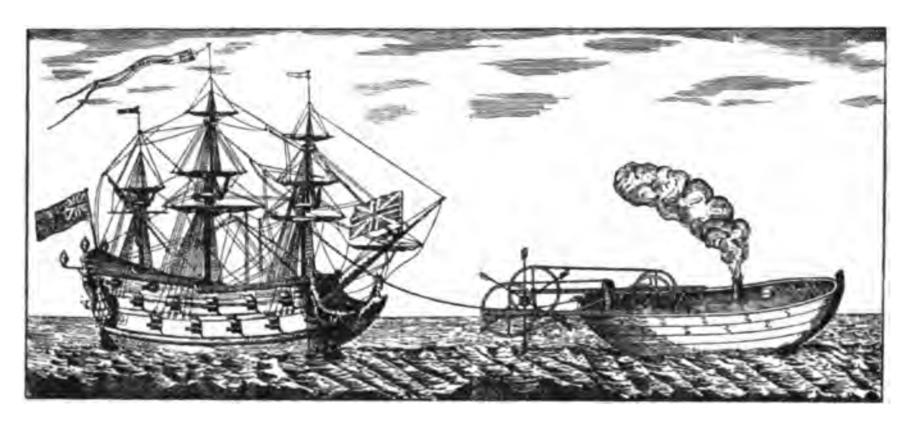


Abb. 9. Jonathan Hulls Patent auf ein Dampfschiff, 1736.

Nachdem von Toricelli die Schwere der Luft entdeckt und von Otto von Guericke im Jahre 1654 die Luftpumpe erfunden war, bemühte man sich schon am Ende des 17. Jahrhunderts, diese Naturkraft nutzbar zu machen. Professor Papin in Marburg versuchte um 1690, einen Kolben in einem senkrecht stehenden Zylinder durch den äußeren Luftdruck nach unten zu bewegen, indem er unter dem Kolben durch Abkühlung (Kondensation) von Wasserdampf eine Luftverdünnung (Vakuum) erzeugte. Die Erzählung, daß er im Jahre 1707 bereits mit einem Dampfboot auf der Fulda gefahren sei, beruht nach den neuesten Forschungen auf einem Irrtum[1]). Das Boot wurde vielmehr durch Schaufelräder bewegt, die mittels Kurbeln von Menschen gedreht wurden. Solche Versuche sollen schon im Jahre 1543 im Hafen von Barcelona von Blasco de Gary gemacht worden sein. Papin hatte die Absicht, die vorbeschriebene Luftdruck- (atmosphärische) Maschine später zur Drehung der Schaufelräder zu benutzen; das ist ihm aber nicht gelungen. Die Luftdruckmaschinen sind dann in England von Savery (1698) weiter ausgebildet und zuerst von Newcomens im Jahre 1712 mit Erfolg zur Wasserhaltung in Bergwerken

1) Dr. E. Gerland, Leibnitz und Huygens Briefwechsel mit Papin, nebst Biographie Papins. Berlin 1881.

ausgeführt worden. Im Jahre 1736 nahm der Engländer Jonathan Hulls ein Patent auf ein Schiff, dessen Schaufelrad am Hintersteven durch Zugseile bewegt werden sollte, die von zwei Luftdruckmaschinen angetrieben werden sollten. Mit diesem Kraftschiffe wollte er Segelschiffe schleppen. Die mitgeteilte Abb. 9 stammt aus dem Britischen Museum[1]). Die Versuche mißglückten vollständig und es kam wohl nie zur Fertigstellung des Schiffs. In Amerika sollen in der Zeit zwischen 1770 bis 1780 Oliver Evans und im Jahre 1773 auch Christophe Colles ähnliche Versuche ohne Erfolg gemacht haben.

Erst James Watt, der von 1736 bis 1819 lebte, ist es gelungen, an Stelle des Luftdrucks den Dampfdruck als bewegende Kraft einzuführen und im Jahre 1774 seine erste brauchbare Dampfmaschine »Beelzebub« zu bauen. Im Jahre 1778 führte er die Expansion ein und 1782 baute er die erste Dampfmaschine mit Drehbewegung[2]).

In dieser Zeit wurden überall Versuche gemacht, ein brauchbares Dampfschiff zu bauen: in England, Schottland, Frankreich und Amerika. In England war die Sache erschwert, weil die Patente von Watt erst 1800 abliefen und man sich darum meistens auf die Verwendung von Luftdruckmaschinen beschränkte. Auch in Frankreich mißglückten die von Auxiron 1774 und von Périer 1775 angestellten Versuche. Besseren Erfolg hatte der Marquis de Jouffroy mit seinen Versuchen auf der Saone im Jahre 1783 unter Verwendung einer Wattschen Maschine.

William Symington nahm 1787 auf ein mit einer Luftdruckmaschine angetriebenes Schiff ein Patent und baute mit Patrick Miller ein kleines Dampfschiff, das 1788 fertig wurde. Es schien so gut, daß sie im folgenden Jahre ein größeres ausführten und auf dem Forth- and Clyde-Kanal in Betrieb setzten, der wegen seiner ziemlich großen Abmessungen von 17 m Wasserspiegelbreite und 2,1 m Wassertiefe dazu besonders geeignet schien. Aber es bewährte sich nicht, weil die Schaufeln u. dgl. zerbrachen, so daß die Versuche der hohen Kosten wegen wieder eingestellt wurden. Zu gleicher Zeit hatten in Amerika John Fitch ziemlich gute Erfolge auf dem Shuylkillflusse und James Rumsey in Philadelphia; aber beide Erfinder starben frühzeitig.

Auf dem Bridgewaterkanal (vgl. S. 72) bemühte man sich lange Zeit, um ein kleines Dampfboot zu bauen, das die Kohlenschiffe schleppen sollte. Im Jahre 1799 wurde das erste Boot »Bonaparte« in Betrieb gestellt, wovon hier eine Abbildung (10) mitgeteilt wird[3]).

Ob der berühmte Fulton etwa beim Bau dieses Schiffes mitgewirkt hat, ist zweifelhaft. Es hatte einen stehenden Dampfzylinder und die Übertragung auf die Radwelle wurde durch Kegelräder bewirkt. Das Boot war imstande, mehrere Kohlenschiffe nach Manchester zu schleppen. Aber die starke Wellenbewegung beschädigte sehr die Kanalufer und außerdem erzielte man nicht die gleiche Geschwindigkeit wie beim Treideln mit Pferden. Das Boot wurde daher abgebrochen und die Dampfmaschine anderweit verwendet.

---

1) Bericht von Bailey zum 4. internationalen Binnenschiffahrt-Kongreß 1890 in Manchester.
2) Matschoß, Conrad, Die Entwicklung der Dampfmaschine. 1908.
3) Aus Bailey a. a. O.

Im Jahre 1800 bekam Symington den Auftrag, für den Forth- and Clyde-Kanal einen Schleppdampfer zu bauen, der unter dem Namen »Charlotte Dundas« im Jahre 1802 seine Probefahrt machte (Abb. 11). Die Dampfmaschine mit liegendem Zylinder war neben dem Kessel angeordnet und die Pleuelstange (Schubstange) verband unmittelbar die Kolbenstange mit der

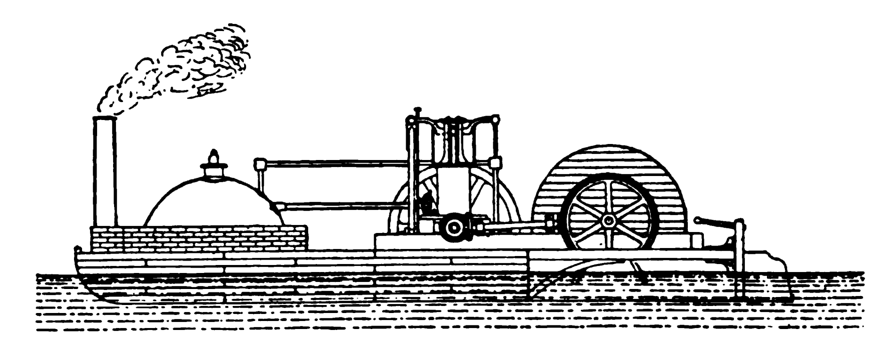


Abb. 10. Dampfboot Bonaparte, 1799.

Kurbel der Radwelle, die ein im Hinterschiff eingebautes Schaufelrad mit 8 Schaufeln trug. Diese Einrichtung zeigte einen wesentlichen Fortschritt. Das Schiff schleppte 2 Boote in 6 Stunden gegen heftigen Wind auf eine Entfernung von 36,1 km: Das war also eine gute Leistung. Aber die heftigen Wellen beschädigten die Kanalufer so sehr, daß man den Betrieb wieder aufgab.

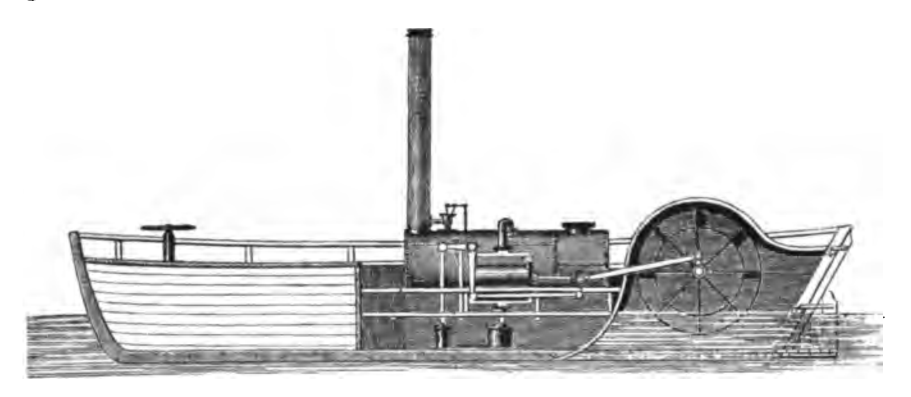


Abb. 11. Dampfboot Charlotte Dundas, 1800.

Der Herzog von Bridgewater soll trotzdem in Anbetracht der guten Erfolge Symington den Auftrag für die Herstellung von 8 Dampfern für seinen Kanal gegeben haben. Doch starb der Herzog 1803 und sein Erbe schloß sich der Meinung der Aktionäre des Forth- and Clyde-Kanals an, die nichts mehr von Dampferbetrieb wissen wollten.

Alle diese Versuche führten also nicht dazu, das Dampfschiff zu dauerndem Gebrauch einzuführen. Das gelang erst Robert Fulton[1]). Dieser war 1765 in Amerika geboren, kam 1786 nach England und ging von dort nach Paris, wo er sich mit Robert Livingston verband und ein Dampfschiff baute. Im Jahre 1803 machten sie auf der Seine eine erfolgreiche Fahrt von mehreren Stunden, an der auch Carnot, Périer und Mitglieder der französischen Akademie teilnahmen. Aber die kriegerischen Zustände verhinderten die weitere Entwicklung dieses Unternehmens. Fulton bestellte darauf in England bei Boulton und Watt eine große Dampfmaschine von 609 mm Zylinderdurchmesser und 1,22 m Hub, die er nach New-York verladen ließ. Er begab sich 1806 mit Livingston selbst dorthin und sie bauten das Schiff »Claremont«, 40,5 m lang, 5,48 m breit und 2,74 m hoch. Der Tiefgang des Schiffes soll

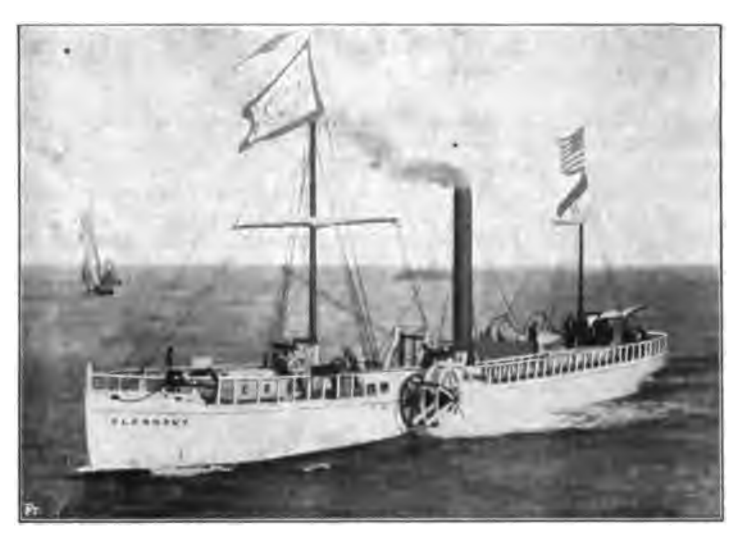


Abb. 12. Dampfschiff Claremont, 1807.

0,70 m, die Stärke der Maschine 20 »nominelle« Pferdestärken betragen haben. Sie war mit stehendem Zylinder angeordnet. Vom Querhaupt gingen 2 Schubstangen zu 2 wagerecht liegenden Winkelhebeln, von denen wieder 2 Schubstangen zu den Kurbeln der Räderwelle führten. Von dieser Welle wurde durch ein Zahnrad-Vorgelege ein Schwungrad zum Ausgleich betrieben und auch die Luftpumpe. Der Kessel hatte Wasserröhren und war wie bei ortsfesten Maschinen eingemauert[2]). Die beiden Seitenräder von 4,57 m Durchmesser, mit je 8 Schaufeln, tauchten 0,61 m ein und sollen in der Minute 20 Umdrehungen gemacht haben. Bei der ersten Fahrt im Jahre 1807 (am

1) Matschoß, Hundert Jahre Dampfschiffahrt. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1907, S. 1286.

2) Eingemauerte Dampfkessel sollen auf einigen Mississippidampfern noch im Jahre 1876 im Betrieb gewesen sein. Anfangs baute man sogar gemauerte Schornsteine (Matschoß).

17. August) wurde die 240 km lange Entfernung von New-York bis Albany stromauf in 32 Stunden zurückgelegt. Zur hundertjährigen Feier dieses Ereignisses wurde im Jahre 1907 in New-York ein großes Fest veranstaltet. Dazu war eine möglichst genaue Nachbildung des Claremont gebaut worden, die aus der Abb. 12 deutlich sein wird. Nach dem günstigen Verlauf der Probefahrt machte Claremont seit 1808 regelmäßige Fahrten und nach 5 Jahren waren in Amerika schon etwa 50 Dampfschiffe dieser Art im Betrieb. Im Jahre 1819 ging das erste Dampfschiff »Savannah« von New-York nach Liverpool. Es war 25 Tage unterwegs; davon 18 Tage lang unter Dampf.

In Europa hatte zuerst im Jahre 1812 der Schotte Henry Bell mit seinem Dampfschiff »Comet« dauernden Erfolg. Er besaß an der Mündung des Clyde eine Badeanstalt, zu der er seine Gäste von Glasgow beförderte. Das von Wood & Robertson dort gebaute Boot war nur 12 m lang. Es bewährte sich gut und seine Maschinenanordnung wurde auf lange Zeit (etwa bis 1840) für Europa vorbildlich.

Ähnlich wie bei Fultons Claremont gingen von dem Querhaupt des stehenden Zylinders beiderseits Schubstangen zu unten liegenden doppelarmigen Hebeln (Balanciers), die die Kurbelwelle — meistens mit Schwungrad — antrieben. Die vier Schaufelräder wurden von der Kurbelwelle durch Zahnräder bewegt. Die Maschine stand neben dem Kessel (Abb. 13). Das Boot faßte etwa 20 Fahrgäste und hatte eine Geschwindigkeit von 8 km je Stunde. Die Maschine befindet sich im Londoner Museum [1]).

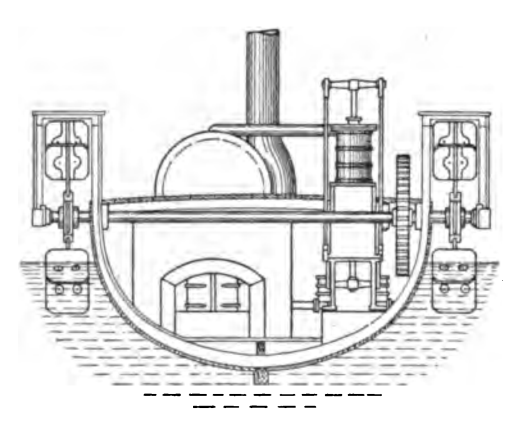


Abb. 13. Bells Comet, 1812.

Im Jahre 1815 sollen in England und Schottland schon 20 Dampfschiffe verkehrt haben, 1823 mehr als 160 und im Jahre 1824 allein im Gebiet des Clyde 35.

Im Jahre 1816 erschienen auf dem europäischen Festlande die ersten wahrscheinlich in England gebauten Dampfschiffe: in Paris auf der Seine ein unbekannt gebliebenes Schiff, in Köln auf dem Rhein wahrscheinlich die »Défiance« (mit etwa 34 Pferdestärken) und in Hamburg auf der Elbe die »Lady of the Lake«. Über das große Aufsehen, das durch das Erscheinen des ersten Dampfschiffs auf dem Rhein entstand, berichtete die Kölnische Zeitung ausführlich am 13. Juni 1816. Das Schiff hatte die Strecke von Rotterdam bis Köln (etwa 310 km) in 4 Tagen zurückgelegt. Die von den

1) Nach dieser Anordnung, die übrigens auch von Watt in Soho angewendet wurde, baute noch im Jahre 1841 Cockerill in Seraing eine Maschine für den Rheindampfer »Germania«. Sie blieb bis 1905 im Gebrauch und kam dann in das Deutsche Museum in München. — Später wurden an Stelle der doppelarmigen Hebel einarmige angewendet. — Matschoß, Die Entwicklung der Dampfmaschine. Berlin 1908.

englischen Unternehmern beabsichtigte Weiterfahrt bis Frankfurt wurde aufgegeben. Es wird berichtet, dass diese von der preußischen Regierung die Verleihung eines Monopols für die Rheindampfschiffahrt verlangt hätten; da ihnen dies nicht gewährt wurde, kehrte das Schiff wieder zurück. Der in Hamburg etwa zu gleicher Zeit eingetroffene Dampfer eröffnete am 19. Juni einen regelmäßigen Verkehr zwischen Hamburg und Kuxhaven; da sich aber weder genügend Personen noch Güter fanden, um dies Unternehmen einträglich zu machen, wurde der Dampfer wieder nach dem Forth zurückgeführt.

In diesem Jahre wurden auch in Deutschland die beiden ersten Dampfschiffe gebaut: das eine »Weser« von einem Bremer Kaufmann Friedrich Schröder auf der Werft von Johann Lange in Vegesack und das andere »Prinzessin Charlotte« von einem Engländer Humphrey auf einer kleinen Werft in Pichelsdorf bei Spandau.

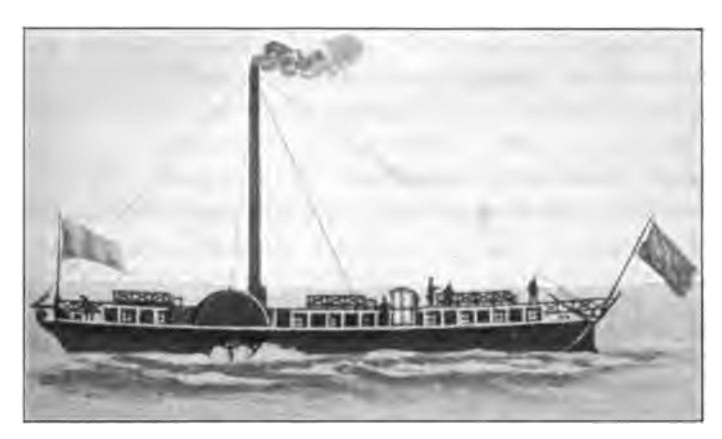


Abb. 14. Dampfschiff Weser, 1816.

Schröder hatte vom Bremer Senat ein Privilegium für die Dampfschiffahrt auf der Weser für 15 Jahre erhalten. Das Schiff, welches in Abb. 14 dargestellt ist, war mit flachem Boden gebaut, hatte eine Länge von 25,5 m, eine Breite von 4,2 m und eine Seitenhöhe von 2,4 m[1]). Die von Boulton, Watt & Co. in Soho bei Birmingham gebaute einzylindrige Niederdruckmaschine mit Seitenbalancier stand mit dem Kondensator auf der Backbordseite, hingegen der 4,2 m lange, 1,2 m breite und 1,9 m hohe Kofferkessel auf der Steuerbordseite. Die Maschinenleistung betrug bei 22 Umdrehungen in der Minute etwa 14 Pferdestärken, womit eine Fahrgeschwindigkeit von etwa 10 km je Stunde erreicht wurde. Der Kohlenverbrauch soll je Stunde und Pferdestärke etwa 8,4 kg betragen haben. Am 6. Mai 1817 machte das Schiff die erste Fahrt von Vegesack nach Bremen und ist bis zum Jahre 1833 dauernd auf der Unterweser im Betriebe geblieben.

Die »Prinzessin Charlotte« war etwa 40 m lang und 5,8 m breit. Sie verkehrte längere Zeit zwischen Berlin, Charlottenburg und Potsdam. Humphrey, der in Preußen ein Patent auf seine neuen Dampfschiffeinrichtungen erhalten hatte, baute noch zwei andere Schiffe: den »Courier«, der zwischen Berlin und Hamburg, und den »Fürst Blücher«, der zwischen Magdeburg und Hamburg fuhr. Diese drei Dampfer standen im Dienst der königlichen Post, die bei dem Betriebe aber nicht auf ihre Rechnung kam, so daß sie ihn bald einstellte.

---

1) H. Raschen, Die Weser. Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft, 1907.

Im Jahre 1817 kam das erste Dampfschiff auf der Donau in Betrieb und in demselben Jahre das erste Dampfschiff nach Rußland auf den Fluß Kama.

Am **Rhein** wurden mit der Dampfschiffahrt die ersten wirtschaftlichen Erfolge erreicht[1]). Seit 1822 bemühte sich die Handelskammer von Köln darum, einen Dampferverkehr auf den Rhein zu bringen, und verhandelte mit Rotterdam und Antwerpen. Das Unternehmen der letzteren Stadt, einen Güterdampfer zum Verkehr mit Köln herzustellen, schlug fehl; dagegen gelang es in Rotterdam dem Hause Vollenhoven, Dutilh & Co., mit einem Dampfschiffe »der Seeländer« im Jahre 1823 eine regelmäßige Verbindung zwischen Rotterdam und Antwerpen einzurichten. Aus diesem Unternehmen entstand im folgenden Jahre die »Nederlandsche Stoomboot Maatschappy« auf Aktien, an der sich die Kölnische Handelskammer mit 50 Aktien beteiligte. Die vom König von Holland erteilte Genehmigung (von 1825) enthielt die Bedingung, daß die Schiffe auf holländischem Boden erbaut werden sollten. Dort war in Seraing bei Lüttich von dem englischen Maschinenbauer Cockerill eine Schiffswerft begründet worden. Im Oktober 1824 wurde mit dem Dampfschiff »der Seeländer« eine Versuchsfahrt rheinaufwärts bis Bacharach unternommen, die den Beweis erbrachte, daß der Dampfer auch starke Strömungen überwinden konnte.

Das Schiff war etwa 34 m lang, 5 m breit und mit einer Maschine von 45 bis 50 Pferdestärken ausgerüstet. Der Verbrauch an Lütticher Kohle betrug stündlich 225 kg. Angestellte Versuche zeigten, daß die Saarkohle für den Dampfer unbrauchbar war und die Ruhrkohle an Heizkraft hinter der Lütticher Kohle zurückblieb. Die Maschinenanlage des Schiffes kostete etwa 77000 Mark, das ganze Schiff 105000 Mark; die später gebauten Schiffe wurden aber viel teurer.

Vor Köln wurde auch ein erfolgreicher Schleppversuch mit einem Lastschiff mit 100 t Ladung gemacht.

Im September 1825 wurde mit dem neu erbauten Dampfer »Rhein« eine neue Versuchsfahrt gemacht, an der zwischen Koblenz und Köln auch der König Friedrich Wilhelm III. mit seinen Söhnen teilnahm. Das Schiff drang ohne Schwierigkeiten bis Kehl vor. Es war 46 m lang, 5 m breit und hatte 60 bis 65 Pferdestärken. Die Fahrt von Köln bis Kehl hat bergwärts 74 und talwärts 27 Stunden gedauert.

Als die von der holländischen Gesellschaft betriebenen wöchentlichen Fahrten mit Personen- und Güterbeförderung zwischen Rotterdam und Köln sich bewährten, empfand die Kölnische Kaufmannschaft (1825) das Bedürfnis, eine besondere preußische Gesellschaft zu gründen. Diese Preußisch-Rheinische Dampfschiffahrtgesellschaft wurde mit einem Kapital von 720000 Mark errichtet, das in 1200 Aktien von nur 600 Mark eingeteilt war, um auch den Mitgliedern der Schiffergilde (S. 58) Gelegenheit zur Beteiligung zu geben. Bei der königlichen Genehmigung (von 1826) wurde bestimmt,

1) Dresemann, aus der Jugendzeit der Rheindampfschiffahrt, Köln 1903. — Ferner Eckert und Gothein a. a. O.

daß die der Gilde vorbehaltenen 250 Aktien vorzugsweise preußischen Untertanen überwiesen werden sollten. Außerdem wurde jede Übereinkunft mit anderen Gesellschaften von der staatlichen Zustimmung abhängig gemacht und die Benutzung der Schiffe für die königliche Post vorbehalten.

Die Niederländische Gesellschaft beteiligte sich gleichfalls an dem preußischen Unternehmen und in Berücksichtigung der damals bestehenden Umschlagrechte von Köln und Mainz wurde vereinbart, daß diese Gesellschaft den Verkehr unterhalb Köln behalten und die neue den Verkehr oberhalb bis Koblenz und Mainz betreiben sollte. Am 1. Mai 1827 begannen die regelmäßigen Fahrten nach Mainz.

Zu gleicher Zeit wie in Köln war am Oberrhein in Mannheim die »Großh. badische Rheindampfschiffahrtgesellschaft« entstanden und ferner waren Frankfurter, Mainzer und Straßburger Kaufleute zusammengetreten und hatten die »Dampfschiffahrt-Gesellschaft vom Rhein und Main« gegründet. Diese beiden Gesellschaften traten in ein enges Vertragsverhältnis zueinander. (Die Dampfschiffahrtgesellschaft vom Rhein und Main hatte keine wirtschaftlichen Erfolge; sie wurde bereits 1832 mit der preußisch-rheinischen verschmolzen.)

Im Jahre 1829 wurde von der Gute-Hoffnungshütte in Oberhausen der erste deutsche Rheindampfer »Stadt Mainz« erbaut. Er war 45 m lang, 5,7 m breit und hatte 0,9 m Tauchtiefe.

Trotz der den freien Verkehr beschränkenden Zustände vor Einführung der Schiffahrtsakte verkehrten im Jahre 1830 im Rheingebiet bereits zwölf Dampfschiffe regelmäßig: davon eines zwischen Schröck (Leopoldshafen) und Mainz, drei zwischen Mainz und Köln, vier zwischen Köln, Rotterdam und Antwerpen, und eines zwischen Dortrecht und Rotterdam. In diesem Jahre nahm auch der zur Mainzer Gesellschaft gehörige Dampfer »Stadt Frankfurt« die Fahrten zwischen Mainz und Frankfurt auf und ersetzte die alten Marktschiffe.

Im Jahre 1832 wurde mit dem vorgenannten Dampfer eine dritte Versuchsfahrt von Kehl aufwärts bis Basel mit gutem Erfolge durchgeführt[1]) und schon im folgenden Jahre dehnte die Kölnische Gesellschaft ihren Betrieb bis Straßburg aus.

Infolge der durch die Schiffahrtsakte erreichten Freiheit des Verkehrs bildete sich 1836 in Düsseldorf die »Dampfschiffahrtgesellschaft für den Mittel- und Niederrhein« und trat (1838) in empfindlichen Wettbewerb mit der Niederländischen und besonders mit der Kölnischen Gesellschaft, die seit dem Jahre 1835 zusammen 15 Dampfer in Dienst gestellt und damit fast allein den Verkehr in Händen hatten.

---

1) Alle 3 Versuchsfahrten (bis Bacharach, bis Kehl und bis Basel) wurden von dem in Neuwied geborenen Ingenieur Röntgen geleitet, der an der Spitze der Maschinenfabrik und Werft in Rotterdam stand und mancherlei Verbesserungen im Bau der Dampfschiffe und Maschinen eingeführt hat.

Die neue Gesellschaft brachte das erste eiserne Dampfschiff auf den Rhein, die »Viktoria«, die 1838 in London gebaut und über See gebracht wurde. Das Schiff war 56,4 m lang, 7,05 m breit, 2,9 m hoch und hatte einen Tiefgang von etwa 1 m. Es war mit einer Wattschen Balanciermaschine versehen und ist bis 1886 im Betrieb geblieben.

Bald entstand ein weiterer Wettbewerb durch einige kleinere holländische Gesellschaften. Ferner bildete sich in Straßburg im Jahre 1838 die »Compagnie Renouard de Boussière«, die mit zwei Schiffen von je etwa 60 t Tragfähigkeit und 30 Pferdestärken im Anschluß an die Kölnische Gesellschaft nach Basel fuhr. Bei der Bergfahrt wurde das Dampfschiff in dem 1834 fertig gestellten Rhein-Rhone-Kanal mit Pferden bis Hüningen getreidelt. Diese Fahrt dauerte etwa 30 Stunden. Die nur 7 Stunden dauernde Talfahrt bis Straßburg ging auf dem Rhein. Wenn man morgens 5 Uhr von Basel abfuhr, war man abends 8 Uhr in Mannheim. Am folgenden Tage wurde die Fahrt von da um 6 Uhr fortgesetzt und endete um 8 Uhr abends in Köln. Man brauchte also von Basel bis Köln 30 Fahrstunden. Der Verkehr soll lebhaft, aber nicht einträglich gewesen sein; denn das französische Unternehmen erlosch bereits 1842. Nicht besser erging es einer zweiten, der sogenannten »Adler«-Gesellschaft, die mit einem Schiffe dieses Namens, das in Paris gebaut worden war, von 1840 bis 1843 die Schiffahrt zwischen Straßburg und Basel betrieb. Dann hat auf dieser Rheinstrecke die Dampfschiffahrt bis zum Ende des Jahrhunderts geruht.

In den 15 Jahren von 1823 bis 1838 hat sich somit die Dampfschiffahrt den ganzen, damals und jetzt schiffbaren Rhein bis Basel hinauf erobert und einen lebhaften Güter- und Personenverkehr vermittelt.

Die Personentarife waren (1827) für die oberste der 4 vorhandenen Klassen — Pavillon, große Kajüte, mittlere Kajüte und Matrosenkajüte für Bedürftige — 28 Mark und für die unterste Klasse 7 Mark für die Fahrt zwischen Köln und Mainz (auf- oder abwärts), während man auf dem Marktschiff von Mainz nach Köln 9 Mark zu bezahlen hatte.

Die Fracht für Güter betrug einschließlich aller Rheinzollgebühren in dieser Strecke für je 100 kg abwärts etwa 2 Mark und aufwärts 3 Mark.

Aber geschleppt wurde zunächst noch nicht. Schon bei der Gründung der Niederländischen Gesellschaft hatte die Kölnische Handelskammer die Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit des Schleppbetriebs erwähnt. Doch wollten die Schiffer nicht einmal auf der holländischen Stromstrecke sich darauf einlassen, wo bis Lobith aufwärts (nahe der preußischen Grenze) kein Leinpfad vorhanden war. Schon 1825 wurde dort der Versuch gemacht; aber damals war der Rheinverkehr so gedrückt, daß die Schiffer den Zeitgewinn für wertlos erklärten, da sie bei der Rangfahrt doch nur je eine Fahrt jährlich zwischen Köln und Rotterdam machten. Dennoch baute die Niederländische Gesellschaft ein kräftiges, zum Schleppen geeignetes Schiff, den »Herkules«, der 1829 in Dienst trat.

Der Dampfer war etwa 53 m lang und 7,3 m breit, über den Radkasten 14,6 m. Die Räder hatten 7,3 m Durchmesser. Die beiden Maschinen von 80 und 100 Pferdestärken sollen zusammen 240 t gewogen haben, so daß auf dem Schiffe kaum noch Platz zur Mitführung einiger Frachtgüter war. Die Kosten betrugen etwa 312000 Mark.

Später (nach 1839) schleppte er gewöhnlich von Rotterdam 4 bis 6 Lastschiffe mit zusammen 250 bis 350 t bis Emmerich. Dort wurde der Zug geteilt und in zwei Hälften nach Düsseldorf und Köln gebracht.

Die Schifferbevölkerung begrüßte die Einführung der Dampfschiffe keineswegs mit Freuden. Bei der Gründung der preußisch-rheinischen Gesellschaft beschwerte sich sogar die kölnische Schiffergilde beim Könige (allerdings vergeblich) über den von den Kaufleuten als Aktionären zu erwartenden Wettbewerb, worin sie eine Beeinträchtigung ihrer Rechte erblickte. Aber solange noch die Gilden bestanden und der Schleppbetrieb noch nicht eingeführt war, blieb die Einwirkung des Dampferverkehrs im allgemeinen unerheblich.

Viel gewaltiger waren die Veränderungen in dem gewerblichen Betriebe der Schiffahrt, die 1831 durch die Einführung der Schiffahrtsakte hervorgerufen wurden: die Abschaffung der Umschlag- und Gildenrechte, die Gleichstellung der Gildeschiffer, Rangschiffer, Kleinschiffer und der Schiffer von den Nebenflüssen, sowie die freie, ungebundene Vereinbarung der Frachten. Zunächst litten darunter die alten Stapelorte, besonders Köln, wenn es auch von der Regierung durch eine erhebliche Geldsumme entschädigt wurde: Mit Kummer mußte man feststellen, daß im Jahre 1832 nur 6 Schiffe mit zusammen 1150 t aus Amsterdam in den Kölner Hafen einkehrten, während viele Schiffe mit zusammen etwa 4200 t aufwärts vorbeifuhren.

Alle Handelstädte am Rhein bestrebten sich zunächst im Sinne der neuen Schiffahrtsakte durch Vereinbarung von freiwilligen Beurt- oder Rangfahrten (S. 50 u. 82) untereinander und mit den Städten an den Nebenflüssen, sowie durch Ermäßigung ihrer Hafen-, Lagerhaus- und Krangebühren die Schiffahrt an sich zu ziehen. Besonders tätig war in dieser Richtung Köln, zumal dessen Hafen damals in sehr schlechtem Zustande war. Es schloß sogar mit Kitzingen am Main und mit Heilbronn am Neckar entsprechende Beurtverträge ab. Anfangs, etwa bis 1840, waren die Erfolge der Rangfahrten gute; aber der allgemeine freie Wettbewerb besiegte sie allmählich, namentlich nach Einführung der Dampfschleppschiffahrt. (Schon 1844 hörten die niederländischen auf und die anderen verschwanden am Anfang der sechziger Jahre.)

Wie die Frachten von 1830 bis 1835, also noch vor der Einführung des Dampfschleppbetriebs und der größeren eisernen Schiffe, gefallen sind, zeigt die nachstehende kleine Tafel.

Frachten je 100 kg in Mark.

Von Köln nach	1830	1833	1835	Nach Köln von	1830	1833	1835
Mainz	1,24	0,88	0,88	Mainz	0,98	0,51	0,51
Frankfurt	1,62	1,20	1,20	Frankfurt	—	0,80	0,80
Würzburg	—	3,66	3,37	Würzburg	—	2,27	2,10
Mannheim. . . .	—	1,34	1,25	Mannheim. . . .	—	0,69	0,69
Rotterdam. . . .	1,50	0,73	0,70	Rotterdam. . . .	2,45	1,35	0,96

Es sind dies die Durchschnittpreise der drei Güterklassen bei Rangfahrten von Köln. Die Ursache ist zweifellos in der Vermehrung der Schiffer zu suchen, deren Zahl sich nach Gothein, dem die Tafel entnommen ist, wahrscheinlich in dieser Zeit verdoppelt hat.

Im Kampf mit der Dampfschiffahrt wurde allmählich die Treidelei beschleunigt. Während früher die Reisedauer von Rotterdam bis Mainz 4 bis 5 Wochen betrug (während die Dampfschiffe dazu 5 bis 6 Tage brauchten), wurde diese auf 14 bis 16 Tage verkürzt. Die Holländer gingen noch weiter, indem sie Pferdewechsel einführten und die Fahrzeit von Rotterdam bis Köln von 14 Tagen auf 5 bis 6 Tage verkürzten. Die Reise von Köln nach Mainz konnte man in gleicher Weise von 5 bis 6 Tagen auf 4 Tage verkürzen. Dabei wurde gleichzeitig die Zahl der Vorspannpferde vermehrt. Man rechnete am Niederrhein auf je 25 t Ladung ein Pferd.

Der Dampfschleppbetrieb wurde zuerst auf der holländischen Stromstrecke eingeführt. Holland hatte bei der Vereinbarung der Schiffahrtsakte die Herstellung eines Leinpfads an der Waal bis Rotterdam versprochen und es stellte sich bald heraus, daß dies kaum möglich war. Auf Drängen der preußischen Regierung pachtete daher die holländische Regierung von der niederländischen Gesellschaft einige geeignete Dampfer und ließ 1833 die Rangschiffe (die allerdings vorwiegend holländischen Schiffern gehörten) für den Preis des Pferdezugs von Rotterdam nach Lobith und Emmerich schleppen. Sie mußte dabei eine beträchtliche Summe zulegen. Die niederländische Gesellschaft beschaffte außer dem genannten »Herkules« bis 1838 noch zwei andere kräftige Schlepper.

In Preußen war die Regierung anfangs (1839) der Meinung, daß man den Schleppbetrieb nicht dem Privatunternehmen überlassen könne, wollte aber nicht allein den dazu erforderlichen Zuschuß, auf den man bestimmt rechnete, hergeben. Später stellte der Oberpräsident der Rheinprovinz den bestimmten Antrag, eine staatliche Schleppfahrt einzurichten; aber man kam in Berlin zu keinem Entschluß[1]). Auf Anregung Camphausens wurde darauf in Köln im Jahre 1841 eine Schleppschiffahrtgesellschaft gegründet, die nicht nur das Schleppen der Segelschiffe, sondern auch die Beförderung von Waren in eigenen Schiffen übernehmen sollte.

Unterdessen war die niederländische Gesellschaft in derselben Richtung tätig gewesen und brachte in diesem Jahre das erste eiserne Lastschiff auf den Rhein. Es war 54,9 m lang, 7,3 m breit, 3,3 m hoch und hatte bei 1,14 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von 244 t. Es wurde in 38 Stunden von Rotterdam nach Köln geschleppt. Das war ein bedeutender Fortschritt.

Im Jahre 1842 nahmen beide Gesellschaften den regelmäßigen Betrieb auf: Die holländische schleppte im ganzen 8008 t, die kölnische 7000 t. Im

1) Gothein a. a. O.

nächsten Jahre überflügelte die letztere die erstere und schleppte 33 238 t, während die holländische nur 7473 t beförderte.

In Mainz bildete sich 1842 eine gleiche Gesellschaft und eröffnete den Betrieb nach Straßburg. Alle drei Gesellschaften verkehrten auf dem ganzen Rhein, die niederländische namentlich von Rotterdam bis Mannheim. Dort waren die Beurtleute so verständig, sich der neuen Zeit anzupassen, kauften 1843 einen Dampfer und verwandelten die »Rangschiffahrtgenossenschaft« in die »Mannheimer Dampfschleppschiffahrtgesellschaft«. Die Zahl der Teilnehmer wurde auf 30 festgesetzt.

In den nächsten Jahren entstanden weitere Gesellschaften für Schleppbetrieb in Frankfurt (1845), Ruhrort und Düsseldorf (1846).

Dazu trat eine andere Neuerung: Die Kohlenbergwerkbesitzer Matthias Stinnes in Mühlheim a. d. R. und Franz Haniel in Ruhrort fingen an, ihre Kohlen in eigenen Schiffen mit eigenen Schleppdampfern zu befördern und der erstere ließ sogar einen Schleppdampfer bauen, der 10 Schiffe mit 2000 t bergwärts brachte. Die Ruhrkohlen wurden damals aus Holland durch die belgischen Kohlen mehr und mehr verdrängt und der Hauptabsatz mußte bei der Bergfahrt gesucht werden. Die alten Kohlenschiffer wurden durch diesen Großbetrieb beiseite gedrängt.

Der lange gehegte Groll der Schiffer und besonders der Treidler (Pferdehalfen) gegen den Dampfschleppbetrieb ging in dem unruhigen Jahre 1848 schließlich in offene Gewalttätigkeit über. Bei Mainz und bei Weißenthurm (nahe bei Neuwied) wurden die Schleppdampfer regelrecht beschossen. An den letzteren Ort mußte zur Unterdrückung des Unfugs sogar eine Kompagnie Soldaten gesandt werden. In Köln kam es namentlich bei einer großen Versammlung der rheinischen Segelschiffer zu stürmischen Auftritten. Es wurde eine Eingabe an die in Frankfurt tagende Nationalversammlung gerichtet und um Schutz gegen das Kapital und die Geldaristokratie gebeten. Der Fünfziger-Ausschuß beschloß, eine Kommission nach Köln zu senden, um die gewaltsam gestörte Freiheit der Schiffahrt wieder herzustellen. Die in Koblenz gepflogenen Verhandlungen zwischen den Vertretern der Schleppgesellschaften und der Segelschiffer hatten wenig Erfolg. Die ersteren versprachen neben anderen weniger wichtigen Dingen nur, daß einstweilen die Kohlenschlepper und Kohlenschiffe sich der Beförderung von Handelsgütern enthalten sollten, und daß sie die Zahl ihrer Dampfer und Lastschiffe einstweilen nicht vermehren würden. Bei der eingetretenen Stockung von Handel und Verkehr hatte das nichts zu bedeuten.

Die Gesellschaften besaßen damals 25 Schleppdampfer, 102 eiserne und 400 hölzerne Lastschiffe, die mit 2804 Mann besetzt waren. Außerdem gab es nur 61 deutsche Rheinsegelschiffe mit zusammen 15 000 t Tragfähigkeit, wozu noch etwa 700 Schiffer von der Mosel, 166 von der Lahn, 100 vom Main usw. zu rechnen waren und schließlich noch etwa 500 holländische Schiffer.

Es ist bemerkenswert, daß auch die Zentralkommission für die Rheinschiffahrt um die Mitte des Jahres 1848 es für nötig erklärte, der

weiteren Vermehrung der Schleppdampfer entgegenzutreten. Aber schon in ihrem nächsten Jahresbericht stellte sie fest, daß das Schleppen der Segelschiffer allgemeiner würde, da die Gesellschaften ihre Preise so ermäßigt hätten, daß sie die Pferdekraft unterboten. Der Schlepplohn je t fiel etwa von 1845 bis 1850 für die Strecke Rotterdam—Köln von 4,8 M. auf 3,6 M. und für die Strecke Köln—Mannheim von 3,5 M. auf 2,9 M. Auf dem Mittelrhein hörte die Pferdetreidelei schon um die Mitte der fünfziger Jahre auf. Mit dieser Veränderung der Fortbewegung hob sich die Bedeutung und der Wettbewerb der Einzelschiffer (Partikulierschiffer). Im Jahre 1856 wurde festgestellt, daß die Segelschiffahrt sich gegen 1848 auf dem Rhein um 37,7 v. H., auf dem Neckar um 47,8 v. H., auf dem Main um 42,8 v. H., auf der Ruhr um 43,1 v. H. vermehrt hatte. Nur auf der Mosel war sie um 10,2 v. H. und im Elsaß gar um 76 v. H. zurückgegangen[1]).

Der Jahresbericht der Zentralkommission für 1857 gibt den Bestand der Schiffe und Schiffer an, die auf dem Rhein berechtigt waren. Die Angaben sind dem Werk von Eckert entnommen (s. nebenstehende Tafel).

In Preußen wurde durch eine Zählung im Jahre 1869 festgestellt, daß sich im Verlauf der letzten 20 Jahre die kleineren Segelschiffe unter 150 t um 23,3 v. H. vermindert und die größeren um 78,5 v. H. vermehrt hatten. Die Zahl der Schleppdampfer hatte seit 1856 um 47,6 v. H., ihre Pferdestärken um 34,5 v. H. zugenommen. Am Oberrhein hatte sich damals aber eine Abnahme der Schiffe ergeben: in Baden von 370 auf 221, aber mit ziemlich unveränderter Gesamttragfähigkeit, — in Hessen von 167 auf 74 —, in Baiern von 24 auf 20.

Die Schiffe wurden nicht nur größer (bis etwa 600 t), sondern bekamen nach Einführung des Eisenbaues auch bessere Formen, selbst die hölzernen. Die alten, unbeholfenen holländischen Schiffe verschwanden allmählich. Die Masten und Segel wurden bei dem zunehmenden Dampfschleppbetrieb einfacher, wenngleich sie noch immer gelegentlich bei gutem Winde benutzt wurden.

Seit den dreißiger Jahren wurden[1]) fast sämtliche Kohlenschiffe in Preußen gebaut und die deutschen Werften am Rhein waren zahlreich; je mehr sich mit den sinkenden Eisenpreisen der Eisenbau einbürgerte, zog sich der Schiffbau nach Holland. Die holländische Sitte, daß die Schiffer ihre Familien an Bord nahmen, ging schon in den dreißiger Jahren auf die deutschen Schiffe über.

Die ersten Eisenbahnen im Rheingebiet waren vorwiegend Zufuhrstraßen zum Strome (Mannheim—Heidelberg 1840, Düsseldorf—Elberfeld 1841, Deutz—Minden 1845, Duisburg—Dortmund 1847 und Ludwigshafen—Kaiserslautern 1853), zum Teil auch, wie die Linie Köln—Antwerpen und die Rhein-Weserbahn, Verbindungen des Stromes mit Seehäfen zur Umgehung der holländischen Stromzölle. An Eisenbahnen, gleichlaufend mit dem Mittel- und Niederrhein, dachte man zunächst nicht, da man den Wettbewerb mit der Schiffahrt für ausgeschlossen hielt. Die 1844 erbauten Linien Köln—Krefeld und Köln—Bonn waren für den Ortsverkehr bestimmt und die Taunusbahn (1840) schädigte nur die Marktschiffe.

1) Gothein a. a. O.

Bestand an Segel-Schiffern und -Schiffen (ohne Holland) i. J. 1857.

Wasserstraße	Schiffer	Schiffe	Tragfähigkeit zusammen t	Darunter Schiffe mit Tragfähigkeit bis 50 t	175 t	300 t	über 300 t
Rhein	760	888	90 043	370	279	191	48
Main	160	336	19 945	184	144	8	—
Neckar	226	410	18 882	291	107	11	1
Lahn	274	343	17 117	211	127	4	1
Mosel	120	229	13 894	108	118	3	—
Ruhr	207	338	63 419	2	127	209	—
Lippe mit Erft- u. Spoy-Kanal	21	38	3 854	4	30	40	—
Zusammen	1768	2582	227 154	1170	932	466	50

Die große Zahl der Lahnschiffe erklärt sich daraus, daß Niederlahnstein bei der Lahn und nicht beim Rhein gezählt worden ist.

Bestand an Dampfschiffen und den Gesellschaften gehörigen Lastschiffen (mit Holland) i. J. 1857.

Staaten	Dampfschiffe Zahl	Pferdestärken	Tragfähigkeit t	Lastschiffe Zahl	Tragfähigkeit t	eiserne	hölzerne
a) Für Personen und Güter:							
Preußen (2 Gesellschaften)	28	2 745	1 570	—	—	—	—
Baiern (Würzburg)	3	110	74	—	—	—	—
Nassau	2	54	29	—	—	—	—
Frankfurt	2	70	65	—	—	—	—
Holland (2 Gesellschaften)	13	1 070	785	—	—	—	—
Zusammen	48	4 049	2 523	—	—	—	—
b) Für Güterbeförderung:							
Preußen (6 Gesellschaften)	25	6 020	1 357	55	19 443	54	1
Baiern (Pfalz und Würzburg)	3	540	248	15	4 247	15	—
Baden (Mannheim)	5	720	238	22	7 836	gemietet	
Hessen (Mainz)	3	450	216	16	5 410	16	—
Nassau	1	100	160	7	500	gemietet	
Frankfurt	4	550	223	34	9 127	27	6
Württemberg (Heilbronn)	2	60	183	—	—	—	—
Holland (Rotterdam u. Dortrecht)	7	1 280	577	5	1 163	4	1
Zusammen	50	9 720	3 202	154	47 726	116	8

Alle Dampfschiffe waren mit Seitenrädern gebaut.

Anders war es am Oberrhein, als 1844 die Badische Bahn die Linie von Mannheim nach Basel eröffnete. Der Güterverkehr auf dem Strome hörte bis 1847 fast vollständig auf und auch die preußisch-rheinische Gesellschaft stellte 1855 den Verkehr mit Straßburg ein. Die Gesellschaft für den Mittel- und Niederrhein in Düsseldorf trug den Verhältnissen Rechnung und schloß 1845 mit der badischen Staatsbahn einen Vertrag über die gegenseitige Zuleitung des Verkehrs.

Mannheim wurde dadurch der obere Endpunkt der Rheinschiffahrt und der Umschlagplatz für Süddeutschland und die Schweiz. Schon 1834 wurde der Grundstein zu dem ersten Mannheimer Hafen gelegt, der 1840 fertig wurde und als der beste am Rhein galt. In den Jahren 1866 bis 1871 wurden dort weitere bedeutende Hafenanlagen ausgeführt. Gegenüber, auf dem baierischen Ufer, entstand aus der alten »Rheinschanze« etwa seit 1840 Ludwigshafen als zweiter Hafenort. Diese beiden Häfen entwickelten sich in erstaunlicher Weise.

Auf dem elsässischen Ufer waren es nicht allein die Eisenbahnen, die der Rheinschiffahrt ein Ende bereiteten, sondern auch die von Zöllen entlasteten französischen Kanäle: der Rhein-Rhone-Kanal (S. 70), der französische Kohlen von St. Etienne über Lyon nach Mühlhausen brachte, wo sich ein lebhafter Umschlagverkehr zur Eisenbahn entwickelte, und vor allem der 1853 eröffnete Rhein-Marne-Kanal, der in Verbindung mit der Seine und Havre eine vortreffliche Handelstraße vom Meere nach dem Elsaß bot. Der Verkehr in Straßburg hob sich im Jahre 1867 noch durch den Saarkanal, durch den die Saarkohle mit der von St. Etienne in Wettbewerb trat. Der Oberrhein wurde damals für Frankreich wirklich nur ein »Grenzgraben«.

Auch auf dem Mittel- und Niederrhein machte sich seit der Mitte der fünfziger Jahre der Wettbewerb der Eisenbahnen recht bemerklich: Der Personenverkehr und die Beförderung der wertvollen Stückgüter ging auf sie über. Dagegen blieben die Massengüter, z. B. auch das Getreide, der Schiffahrt erhalten und vor allem nahm infolge der entwickelten Industrie der Kohlenversand stark zu. Hinzu traten noch die Eisenerze und seit 1867 das Petroleum.

Die Frachten fielen im allgemeinen seit Einführung der Dampfkraft, also etwa 1835, um ungefähr 40 v. H.; aber die Selbstkosten verminderten sich gleichzeitig durch den Schleppbetrieb und durch die Verwendung gut gebauter großer Schiffe, die eine beträchtliche Ersparnis an Bemannung brachten. Ferner erlaubte das verbesserte Fahrwasser einen größeren Tiefgang. Schließlich wurde die Zahl der jährlichen Reisen durch die erhöhte Schnelligkeit der Fahrt und die Verbesserung der Ein- und Ausladevorrichtungen wesentlich vergrößert. Auf diese Weise hat die Schiffahrt auf dem Rhein den Wettbewerb der Eisenbahnen im allgemeinen erfolgreich überstanden.

Der Güterverkehr läßt sich für die Zeit vor 1831 aus den Anschreibungen der Zollämter ungefähr beurteilen. Für Köln, Mainz und Straßburg sind nachstehend einige Zahlen zusammengestellt; sie umfassen den ganzen jährlichen Hafenverkehr in Tonnen, berg- und talwärts, Zu- und Abfuhr.

Jahr	Köln t	Mainz t	Straßburg t
1807	260 999	136 068	—
1809	131 462	77 232	—
1810	—	—	11 965
1818	—	125 503	—
1819	319 048	—	—
1820	—	158 630	2 628
1823	315 660	122 605	—
1825	319 820	183 442	—
1830	447 621	—	1 847

Die Angaben für Köln und Mainz sind dem Buche von Eckert entnommen, die für Straßburg dem Buche von Schwabe, Die Entwickelung der deutschen Binnenschiffahrt, Berlin 1899. Der Rückgang im Hafenverkehr von Köln und Mainz im Jahre 1809 und der verhältnismäßig große Verkehr in Straßburg im Jahre 1810 ist auf die Kontinentalsperre zurückzuführen. Im allgemeinen war der Verkehr auf dem Oberrhein schwach. Es sind z. B. im Jahre 1823 in Mainz vom Oberrhein talwärts angekommen 24405 t und bergwärts abgegangen 35154 t; aber sie verteilen sich auf den Main, den Nekar und den eigentlichen Oberrhein wie folgt:

	angekommen:	abgegangen:
Mainz	9 589 t	18 052 t
Neckar.	7 396 t	7 013 t
Oberrhein	7 520 t	10 089 t
zusammen wie oben .	24 505 t und	35 154 t.

Der gesamte Verkehr von Köln von 1825 zerfällt in 128798 t Berg- und 191 022 t Talverkehr. Von dem Bergverkehr entfielen 41 116 t auf Kolonialwaren und 69587 t auf Kohlen. Der Kohlenverkehr war also schon damals die Hauptsache. Von dem Talverkehr entfielen 36517 t auf Getreide und andere Feld- und Baumfrüchte, 53 762 t auf Kohlen und 54453 t auf Bau- und Brennholz.

Für den Verkehr nach 1831 geben von 1836 an die Anschreibungen der Zollämter und die Jahresberichte der Zentralkommission Auskunft. Die nachstehende Tafel ist aus dem Werk von Eckert zusammengestellt.

Jährlicher Durchgang von Gütern bei den Zollämtern, in Tausend Tonnen (ohne Flöße):

Zollamt	1836		1840		1850		1860		1866	
	zu Berg	zu Tal	zu Berg	zu Tal	zu Berg	zu Tal	zu Berg	zu Tal	zu Berg	zu Tal
Emmerich	87,8	241,5	128,0	253,8	173,7	399,5	300,5	745,0	273,0	1307,3
Koblenz.	81,4	72,9	163,2	128,3	332,4	262,9	614,7	449,0	762,2	670,6
Kaub	76,3	69,0	160,8	113,9	336,8	230,7	600,9	335,2	—	—
Mainz.	70,4	54,0	135,5	79,9	274,6	175,6	497,3	294,5	630,0	272,4
Mannheim	42,4	68,1	43,0	48,7	58,8	83,8	49,6	171,8	62,0	143,0
Neuburg	14,0	7,3	13,9	8,5	11,8	3,6	2,4	4,8	1,1	7,7
Straßburg (große Brücke)	3,0	2,9	0,6	2,2	0,03	4,2	0	0,8	0	1,4
Altbreisach	1,0	4,6	0	2,1	0	1,1	0	0,2	0	0,02

Man erkennt aus dieser Tafel, wie gering der Verkehr auf dem Oberrhein war und wie er allmählich aufhörte. Der Hauptverkehr war auf dem Mittelrhein. Die Angaben der Zentralkommission sind [vgl. die unten erwähnte preußische Denkschrift][1]) nicht ganz zuverlässig. Nach Aufhebung der Zölle bringt sie seit 1867 den Verkehr in den einzelnen Rheinhäfen nach den dort gemachten Anschreibungen. Für einige besonders wichtige Orte folgen kleine Zusammenstellungen, die aus verschiedenen Quellen entnommen sind und auf Genauigkeit nicht durchweg Anspruch machen können:

Gesamter Hafenverkehr in Tausend Tonnen (Zu- und Abfuhr, berg- und talwärts, ohne Flöße):

Düsseldorf:		Köln:		Mainz:		Mannheim:	
1831	71,1	1835	160,0	1840	195,4	1836	26,0
1840	64,8	1840	213,0	1850	218,8	1843	86,9
1851	86,5	1843	380,0	1860	205,6	1846	139,0
1860	168,4	1850	223,4	1870	129,1	1850	142,6
1868	188,1	1856	366,7	Ludwigshafen:		1856	252,0
1870	168,9	1860	266,5	1843	18,7	1860	241,9
		1863	233,7	1850	23,0	1868	464,2
		1868	227,8	1867	147,9	1869	458,9
		1870	216,5	1868	164,3	1870	415,1
		1871	242,8	1870	135,0	1871	401,8
				1871	156,0		

Noch bedeutender war die Zunahme des Verkehrs in den Kohlenhäfen Ruhrort und Duisburg. Dort betrug der gesamte Hafenverkehr abgerundet in Millionen Tonnen:

	Ruhrort	Duisburg
1860:	0,9	0,7 Millionen t
1865:	1,36	0,95 » »
1869:	1,55	0,8 » »
1870:	1,4	0,6 » »

Der Kohlenversand allein nahm in beiden Häfen zusammen nach Aufhebung der Rheinzölle von 1,7 Mill. t im Jahre 1864 auf etwa 2 Mill. t im Jahre 1867 zu; 1870 betrug er nur 1,5 Mill. t.

Der Gesamtgüterverkehr in allen deutschen Rheinhäfen war 1870: 4,05 Mill. t, im Jahre 1871: 4,3 Mill. t, während er in allen Rheinhäfen überhaupt, einschließlich Holland 1868: 6,09 Mill., 1869: 6,2 Mill., 1870: 5,7 Mill. und 1871: 6,05 Mill. t betrug. Der Binnenschiffahrtverkehr in Rotterdam war im Jahre 1870 etwa 0,4 Mill. t.

Der Verkehr über die niederländische Grenze war im Jahre 1868: bergwärts 0,342 Mill. t und talwärts 1,524 Mill. t nebst 43000 t Flößen.

1) Amtliche Denkschrift: Der Güter- und Schiffsverkehr auf dem Rheine, Berlin 1856. Sie enthält über den Rheinhandel um die Mitte der fünfziger Jahre viele Mitteilungen.

Im Jahre 1817 wurde in Mainz die erste deutsche »Versicherungsanstalt für die Warentransporte auf dem Rhein und Main« als Aktiengesellschaft von Kaufleuten aus Mainz und Köln gegründet. Die Versicherung wurde für »das gänzlich Zugrundegehen, die Beschädigungen oder den Verlust, welche die Waren während der Schiffahrt durch Untergehen, Schiffbruch, Scheiterung, Sturm oder durch Feuer, mit oder ohne Schuld des Schiffers erlitten«, angenommen. Die Prämien waren für den Winter höher als für den Sommer bemessen und betrugen z. B. für die Strecken:

	im Sommer	im Winter	
Köln—Koblenz:	0,15	0,2 %	des Werts
Koblenz—Mainz:	0,15	0,3 %	» »
Mainz—Mannheim:	0,05	0,1 %	» »
Mannheim—Straßburg:	0,4	0,65 %	» »
Franktfurt—Straßburg:	0,55	0,8 %	» »

Für den Oberrhein waren die Sätze recht hoch. Die Versicherung der Schiffe war ausgeschlossen. Da anfangs die Versicherten zugleich die Versichernden waren, galt diese Anstalt (Assekuranz-Gesellschaft) zugleich als eine Handelsgesellschaft, die sich auch in anderer Weise, z. B. später bei der Einrichtung der Rangfahrten, an der Rheinschiffahrt beteiligte.

Das Fahrwasser des Rheins ist in dem Zeitraume von 1815 bis 1870 bedeutend verbessert worden. Nachdem Preußen in den Besitz der heutigen Rheinprovinz gekommen war, wurden die 1794 unterbrochenen Strombauten wieder aufgenommen und namentlich im Regierungsbezirk Düsseldorf eine große Zahl von Uferschutzbauten und Buhnen ausgeführt. Im Regierungsbezirk Koblenz wurden in der etwa 27 km langen Felsenstrecke von St. Goar bis Bingen umfangreiche Sprengungen vorgenommen, durch die es in den Jahren 1830 bis 1832 gelang, die frühere Breite der Durchfahrt im Binger Loch von 7 bis 9 m auf 23 bis 30 m zu verbreitern. In den Jahren 1839 bis 1841 wurden unterhalb Bingen bei Lorchhausen und Bacharach gleichfalls eine Zahl von gefährlichen Felsbänken durch Sprengung beseitigt. Überall wurden am preußischen Rhein die Leinpfade verbessert. Als infolge des Schleppdampferbetriebs, vom Jahre 1841 an, die Treidelei langsam verschwand, wurde der Ausbau des Stromes weniger durch die Rücksichten auf den Leinpfad behindert und man konnte die erforderlichen Einschränkungswerke (Buhnen), Streichlinien und Normalbreiten leichter durchführen. Um die nötige Einheitlichkeit bei der Ausführung der Strombauten zu erreichen, wurde im Jahre 1850 die Rheinstrom-Bauverwaltung eingerichtet[1]). Die Felssprengungen wurden seit dem Jahre 1857 mit Hilfe von Taucherschächten mit gutem Erfolg fortgesetzt, das »wilde Gefähr« oberhalb Caub ausgesprengt und in den Jahren 1861 bis 1868 bei Bingen ein zweites Fahrwasser hergestellt. Große Verdienste erwarb sich um die preußische Stromstrecke der Strombaudirektor Nobiling.

Auch die anderen Uferstaaten (mit Ausnahme von Holland) bemühten sich seit 1831 um die Verbesserung des Fahrwassers und der Leinpfade. Für die gemeinsame Ausführung der Strombauten in der Strecke von Bingen bis Mainz wurden in den Jahren 1856 bis 1862 Staatsverträge zwischen Hessen und

1) Es ist bezeichnend für die Schwerfälligkeit der preußischen Regierung, daß die ehemals nassauische Uferstrecke erst im Jahre 1910 dieser Verwaltung unterstellt wurde.

Nassau abgeschlossen, nach denen die Normalbreite des ungeteilten Stromes 450 m betragen sollte. Die Arbeiten kamen nur teilweise zur Ausführung, weil von seiten der Anwohner, namentlich des Weinbaus wegen, ernste Bedenken gegen die Einschränkung erhoben wurden. In der Strecke zwischen Mainz und der badischen Grenze wurde im Jahre 1828 ein großer Durchstich von 4 km Länge »am Geyer« ausgeführt und die Normalbreite auf 300 m festgesetzt.

Am Oberrhein waren durch den verwilderten, vielfach gewundenen und gespaltenen Stromlauf die Zustände am Anfang des 19. Jahrhunderts unerträglich geworden. Die Sohle des Stromes hatte sich im Laufe der Zeiten gehoben und meilenbreit war eine Versumpfung des Landes eingetreten. Fast alljährlich wurden die Niederungen durch Hochwasser und infolge von Eisstopfungen überschwemmt; die Bewohner litten unter Fieberkrankheiten; in den Krümmungen riß der Strom fort und fort in die Ufer ein und verwüstete das Ackerland; im Laufe der Jahre waren selbst mehrere Ortschaften weggerissen worden und es herrschte dort auf beiden Ufern ein wirklicher Notstand. Die von den angrenzenden Staaten in früheren Zeiten ausgeführten Verteidigungswerke (auch einige Durchstiche) hatten keinen dauernden Erfolg, weil sie nicht nach einheitlichem Plane und mit genügenden Mitteln hergestellt waren.

Der badische Oberbaudirektor, Oberst Tulla, entwarf im Jahre 1812 einen umfassenden Plan zur »Rektifikation« des Rheins (wie er es nannte). Er bestand im wesentlichen in einer fast vollständigen Geradlegung mittels einer Reihe von Durchstichen, die zum Teil durch über das Sommerhochwasser reichende Dämme begrenzt wurden. Durch die Verstärkung des Gefälles sollte eine erhebliche Tieferlegung des Flußbetts erreicht werden. Im Jahre 1817 wurden die ersten Vereinbarungen mit Baiern getroffen und mit dem Bau der ersten Durchstiche begonnen. Es folgte 1832 ein Staatsvertrag zwischen Baden und Baiern und 1840 ein solcher zwischen Baden und Frankreich. Bis zum Jahre 1866 konnten zwischen der Schweizer und der hessischen Grenze 18 Durchstiche eröffnet werden. Die vorher 353,6 km lange Strecke wurde dadurch um 80,8 km verkürzt. Die Normalbreite des neuen Stromlaufs nahm von der Schweizer Grenze bis zur Neckarmündung von 200 auf 250 m zu. Die Erfolge waren in bezug auf die gefahrlose Abführung des Eises und des Hochwassers, auf die Vorflut, auf die Gewinnung und Verbesserung des Ackerlandes, auf die Gesundheit und den Schutz der Bewohner und auf die Geschiebeführung des Stromes ausgezeichnet, brachten aber der Schiffahrt keinen Vorteil. Es ist später, namentlich von badischer Seite, zuweilen bestritten worden, daß man damals eine Verbesserung der Schiffbarkeit des Oberrheins beabsichtigt hatte. Nach den Mitteilungen von Willgerodt[1]) kann das aber nicht bezweifelt werden. Er weist nach, daß sowohl Tulla als auch besonders die beteiligten französischen Ingenieure auf einen erheblichen günstigen Ein-

1) Wilgerodt, Die Schiffahrtverhältnisse des Rheins zwischen Straßburg und Lauterburg. Straßburg 1888 (für den III. Internat. Binnenschiff.-Kongreß in Frankfurt a. M.). Vgl. auch Becker, Der Wasserbau. Stuttgart 1861. S. 127.

fluß der Arbeiten auf das Fahrwasser gerechnet hatten. Neben der Verkürzung des Weges und der leichteren Herstellung von Leinpfaden hofften sie auf eine Vergrößerung der Fahrwassertiefe bei Niedrigwasser. Aber diese Hoffnung ging nicht in Erfüllung: Während vor dem Ausbau des Stromes die geringsten Wassertiefen (nach Tulla, 1825) oberhalb Breisach 0,75 m betrugen und dann weiter nach unten zwischen Germersheim und Mannheim bis auf 1,8 m und 2,4 m zunahmen[1]), sind sie später, am Anfang der siebziger Jahre, oberhalb Straßburg zu 0,4 m, zwischen Straßburg und Lauterburg zu 0,5 m und zwischen Lauterburg und Germersheim zu 0,75 m festgestellt worden (1874). In dieser Stromstrecke konnte mithin nur noch bei höheren Wasserständen eine nutzbringende Schiffahrt ausgeübt werden, die aber durch das verstärkte Gefälle mehr wie früher erschwert wurde.

Über die in Zukunft auf dem ganzen schiffbaren Rhein anzustrebenden Fahrwassertiefen wurde bei der Befahrung des Stromes durch die Wasserbaubeamten der Uferstaaten im Jahre 1861 (S. 84) eine Verständigung dahin erzielt, daß bei dem sogenannten gemittelten kleinsten Wasserstande, der bei 1,50 m über Null des Kölner Pegels angenommen wurde, folgende geringsten Fahrwassertiefen vorhanden sein sollten:

Von	Straßburg	bis	Mannheim	1,5 m
»	Mannheim	»	Koblenz	2,0 »
»	Koblenz	»	Köln	2,5 »
»	Köln	»	Rotterdam durch die Waal	3,0 »

Diese Tiefen waren jedoch bis 1870 noch nicht erreicht.

Hierzu sei bemerkt, daß bei der ersten Befahrung im Jahre 1849 die bei dem genannten Wasserstande vorhandenen Mindesttiefen zu 1,66 m zwischen Koblenz und Köln, zu 1,46 m zwischen Köln und der Grenze und zu 1,35 m in Holland festgestellt waren. Das anscheinend sehr mutige Vorgehen der Wasserbaubeamten ist dadurch erklärt, daß in der Zeit von 1849 bis 1861 die von Preußen ausgeführten Verbesserungarbeiten schon zu einem sehr bemerkenswerten Erfolge hinsichtlich der Vertiefung geführt hatten.

Im Jahre 1861 wurde auch zwischen den Uferstaaten vereinbart, daß die Höhe der künftig über den Rhein zu erbauenden Brücken mindestens 8,84 m über dem höchsten schiffbaren Wasserstande betragen sollte. Bei der Festsetzung des sehr hohen Maßes ging man von der Höhe der damals auf dem Rhein verkehrenden Schiffe aus, die gegen die auf anderen Strömen üblichen Fahrzeuge mit sehr hohen Aufbauten versehen waren. Die geringste Weite für die Schiffahrtöffnungen wurde zu 90 m festgelegt. Damals bestand unterhalb Basel nur die Ende der fünfziger Jahre erbaute Brücke bei Kehl. Die Herstellung einer festen Brücke bei Köln war in Vorbereitung und alle Schiffe auf dem Rhein mußten mit umlegbaren Masten eingerichtet werden, wofür eine Entschädigung geleistet wurde.

Es möge hier noch über die deutschen Kanalpläne im Rheingebiet berichtet werden, die besonders infolge der Kontinentalsperre und infolge der hohen holländischen Durchgangzölle

1) Defontaine, Annales des Ponts et Chaussées, 1883, II. S. 11, gibt die Tiefe zwischen Lauterburg und Germersheim zu 2 m an.

(S. 83) während der Zeit von 1815 bis 1818 auftauchten[1]). Sie sind wohl durch die großen Pläne Napoleons angeregt worden, der nicht nur in Frankreich viele neue Kanäle anlegen, sondern auch in Deutschland eine große Binnenwasserstraße von der Schelde über Venlo nach Neuß (S. 63) und vom Rhein durch die Lippe und die Ems über Oldenburg und Hamburg nach Lübeck schaffen wollte. Es wurde unter anderem vorgeschlagen, die Donau mit dem Rhein und die Elbe mit dem Main zu verbinden. Ferner wurde ein Kanal von Magdeburg durch die Aller nach Celle vermessen, den man von der Weser durch die Hunte mit der Ems verbinden wollte. Besonders die Verbindung der Ems mit der Lippe wurde sowohl von Hannover wie von Preußen eine Zeitlang ernstlich untersucht, um den holländischen Zöllen zu entgehen. Von allen diesen Entwürfen kam nur der Rhein-Donau-Kanal später zur Ausführung.

Nebenflüsse.

Die **Ill** nimmt bei Straßburg von Süden den schon (S. 70) erwähnten Rhone-Rhein-Kanal auf, der mit dem Rhein durch den 1824 bis 1834 erbauten Kanal von Hüningen zwischen Mühlhausen und Basel (28,2 km lang mit 3 Schleusen von mindestens 31 m Länge und 5,25 m Breite bei 2 m Wassertiefe) und durch den 1867 bis 1877 gebauten Kanal von Breisach (6,3 km lang mit einer Schleuse von 36,3 m Länge und 7 m Breite bei 1,6 m Wassertiefe) verbunden ist. Nahe bei dem letzteren mündet von Westen der 1860 bis 1864 erbaute Kanal von Kolmar ein, der 13,3 km lang ist und bei 2 m Wassertiefe eine Schleuse von 38,5 m Länge und 5,3 m Breite hat.

Von Westen nimmt die Ill bei Straßburg ferner den Breuschkanal auf, der 1681 von Vauban bei der Befestigung der Stadt angelegt sein soll. Er ist durch Aufstau der Breusch mittelst 11 Schleusen von 47 m Länge und 4,5 m Breite entstanden und 19,8 km lang. Die Wassertiefe ist 1,3 m. Von Norden her mündet der Rhein-Marne-Kanal ein, der 1838 bis 1853 erbaut wurde. Das Straßburger Kanalnetz besteht aus der kanalisierten Ill, dem Ill-Rhein-Kanal und dem Stadtgrabenkanal, die in den Jahren 1835 bis 1842 hergestellt wurden; der letztere wurde 1868 wieder umgebaut. (1880 bis 1882 wurde noch der »Umleitungskanal«. 5 km lang mit einer Schleuse von 38,5 m Länge und 5,3 m Breite angelegt, der den Rhone-Rhein-Kanal im Süden der Stadt mit dem Ill-Rhein-Kanal verbindet und als Hafen dient.)

Der in Elsaß-Lothringen gelegene 104,5 km lange Teil des Rhein-Marne-Kanals erhebt sich von der französischen Grenze mit 13 Schleusen zu der 30 km langen Scheitelhaltung (266,4 m über dem Meere), an deren Beginn bei Gondrexange der Saarkohlenkanal nach Norden abzweigt. Am Ende der Scheitelhaltung folgt ein 2,3 km langer Tunnel, der die Wasserscheide zwischen Mosel und Rhein durchbricht. Dann fällt der Kanal mit 16 Schleusen in das Tal der Zorn, wo er in die Rheinebene tritt, und mit weiteren 36 Schleusen in die Ill bei Straßburg. Die Schleusen sind 38,5 m lang und 5,2 m breit. Die Wassertiefe ist 2 m.

Dieser Kanal vermittelt besonders den Kohlenverkehr zwischen dem Saargebiet und Straßburg-Mühlhausen. Nach dem Kriege von 1870 konnten die fraglichen Kanäle meistens nur mit einer Tauchtiefe von 1,4 m befahren werden. Doch betrug im Jahre 1872 der Verkehr auf dem Rhein-Marne-Kanal 1 122 000 t, auf dem Rhone-Rhein-Kanal mit seinen Zweigkanälen 605 000 t und auf dem Breuschkanal 65 000 t. Die größten Schiffe (vorwiegend aus Holz gebaute Penischen) konnten eine Ladung von 200 t nehmen und zwischen Straßburg und Saarbrücken (mit Pferdetreidelei) im Jahre etwa 8 Doppelreisen ausführen. Die Kohlenfracht je Tonne betrug 1869 zwischen diesen beiden Orten bei 166 km Entfernung 2,77 Mark (je tkm 1,66 Pfennig), zwischen Mühlhausen und Saarbrücken bei 275 km Entfernung 4,42 Mark (je t km 1,61 Pfennig). Die Kanalabgaben waren damals aufgehoben. Dampfschiffe verkehrten im allgemeinen nicht auf diesen Wasserstraßen; über das Schleppen der Dampfer von Straßburg nach Basel wurde oben (S. 96) berichtet.

Hinsichtlich des **Neckars** waren schon bei den Verhandlungen des Wiener Kongresses (S. 81) Schwierigkeiten zwischen Württemberg, dem inzwischen Heilbronn zugefallen war, und Baden entstanden, weil dieser Staat im Jahre 1808 in Mannheim einen Umschlagzwang für alle Neckargüter eingeführt hatte[2]). Wenn auch nach den Kongreßbeschlüssen auf dem Neckar ähnliche Freiheiten wie auf dem Rhein eingeführt werden sollten, so kam es doch zunächst nicht zum Vertragsabschluß zwischen den Uferstaaten, weil Baden für die Aufhebung des Umschlags in Mannheim die Bedingung stellte, daß auch der Umschlag in Heilbronn aufhören und der durch die Mühlen dort verbaute Strom für die durchgehende Schiffahrt geöffnet würde. Dies letztere lag durchaus im Vorteil Württembergs. In den Jahren 1818 bis 1819 wurde deshalb der untere und der obere Neckar in Heilbronn durch den Wilhelmkanal verbunden und 1821 der Hafen

1) Gothein a. a. O. 2) Heimann, die Neckarschiffer. Heidelberg 1907.

daselbst eröffnet. Gleichzeitig wurden die Floßgassen in der oberen Strecke zwischen Heilbronn und Kannstadt mit Schleusen versehen. (Zurzeit bestehen bei Heilbronn eine Doppelschleuse und oberhalb noch 6 Schleusen sowie 4 Schiffsgassen.) Im Jahre 1827 hob darauf Baden den Mannheimer Umschlag auf. Die Verhandlungen zwischen den Uferstaaten Baden, Hessen und Württemberg führten nach deren Eintritt in den Zollverein endlich zum Vertrage von 1835, worin die badischen Neckarzölle erheblich herabgesetzt wurden, während die anderen Staaten auch fernerhin von ihrem Zollrecht keinen Gebrauch machten. 1842 kam die Schiffahrtordnung für den Neckar zustande, in der sich die Uferstaaten zur Instandhaltung des Strombetts verpflichteten.

Die Unterhaltung des Fahrwassers, die früher von der Schiffsbruderschaft (S. 63) besorgt wurde, ging damit auf die Landesregierungen über, wie es der Wiener Kongreß bestimmt hatte. Im Unterlaufe waren an der Mündung bei Mannheim schon 1784 zwei große Durchstiche ausgeführt worden und vom Jahre 1820 ab machte Baden weitere Strombauten, namentlich seit 1863, als nach einer gemeinsamen Strombereisung die Uferstaaten die Erzielung einer geringsten Fahrwassertiefe von 0,6 m vereinbart hatten. Es wurden Felssprengungen ausgeführt, Fischwehre angekauft und beseitigt, ferner oberhalb Mannheim bis Seckenheim »Zeilenbauten« (Parallelwerke) hergestellt und bis 1873 auch die Neckarmündung verbessert. Das Fahrwasser blieb aber mangelhaft, namentlich in den oberen Strecken.

Im Jahre 1839 bildete sich in Heilbronn eine Dampfschiffahrt-Aktiengesellschaft. Es wurde in Nantes ein Dampfboot von 35 cm Tiefgang bestellt, das 1841 auf dem Neckar eintraf. In den beiden folgenden Jahren wurden von dort noch zwei andere Schiffe von 20 und 30 Pferdestärken beschafft. Die Dampfboote fuhren täglich morgens von Heilbronn bis Mannheim und an demselben Tage bis Heidelberg zurück, so daß sie am zweiten Tage abends nach Heilbronn zurück kamen. Die Talfahrt dauerte etwa 7,5 Stunden ohne und 9 Stunden mit Aufenthalt, während die Bergfahrt etwa 12 und 13 Stunden in Anspruch nahm. Der Verkehr war anfangs ziemlich gut, so daß die Gesellschaft 1847 ein viertes Dampfboot beschaffte. 1854 ließ sie auch einen Güterdampfer bauen, der 100 t Tragfähigkeit hatte und auf dem Rhein verkehren sollte.

Aber der Wettbewerb der Eisenbahnen bereitete dem Unternehmen bald ein Ende; da es sich nicht halten konnte, übernahm es im Jahre 1858 der Württembergische Staat und führte es bis 1870 weiter, ohne einen Gewinn zu erreichen. Geschleppt wurde mit Dampfschiffen nicht. Der Güterverkehr hat sich nach den oben erwähnten Zollerleichterungen, der Beseitigung des Umschlagzwangs und der Herstellung des Wilhelmkanals zunächst gehoben, besonders durch die Einführung von Rangfahrten nach Köln (S. 97) und Rotterdam (1840). Im Jahre 1841 kamen z. B. bis nach Kannstadt: 172 Schiffe von Mannheim, 70 von Ludwigshafen, 27 von Mainz und 22 von Köln; bis nach Heilbronn 63 Schiffe von Rotterdam und 12 von Amsterdam. Die größte damals nach Heilbronn gelangte Schiffladung war 110 t. Obwohl die letztere Stadt allmählich ihren Umschlaghandel verlor, stieg der Güterverkehr doch infolge vermehrten Eigenhandels.

In der folgenden Tafel sind einige Zahlen für den Güterverkehr zusammengestellt. Bei der Abfuhr aus Heilbronn ist das von den Salinen (Wimpfen, Rappenau, Jaxtfeld-Friedrichshall und Offenau) versendete Salz einbegriffen.

Güterverkehr in Heilbronn und Kannstadt (berg- und talwärts) und der Durchgangverkehr beim Neckarzollamt Mannheim in Tausend Tonnen. (Ohne Flöße.)

Jahr	Mannheim (ohne Holz)		Heilbronn		Kannstadt	
	zu Berg	zu Tal	Zufuhr	Abfuhr	Zufuhr	Abfuhr
1821	Durchgang-Verkehr		—	—	0,65	—
1824	—	—	3,8 z.Berg	—	1,2	—
1829	—	—	8,8	—	2,2	—
1837	—	—	13,5	11,5	6,6	7,0
1840	31,6	21,7	15,4	11,4	9,7	9,0
1843	39,7	123,0	17,9	8,6	16,2	14,4
1847	60,2	113,8	19,8	9,7	28,0	16,0
1850	52,4	85,8	22,8	21,7	13,0	10,7
1852	98,0	127,8	62,7	21,6	14,2	12,5
1854	75,2	127,6	40,3	39,6	7,5	9,2

In späterer Zeit wurden an dem Zollamt (bis 1866) und in dem Neckarhafen von Mannheim noch folgende Anschreibungen gemacht:

Es gingen durch:	zu Berg	zu Tal	(ohne Flöße)
im Jahre 1860	96,8	137,0	Tausend Tonnen
» » 1864	77,6	129,4	» »
» » 1868	12,5	26,7	» »
» » 1870	6,8	24,6	» »
» » 1872	4,8	26,5	» »

Man erkennt den starken Rückgang der Schiffahrt infolge des Wettbewerbs der Eisenbahnen.

Für den Bergverkehr kamen in erster Reihe Steinkohlen, Kolonialwaren und Eisen, für den Talverkehr Holz, Steine und Salz in Frage, während der Getreideverkehr schwankte.

Die Zahl der Neckar-Schiffe, die Rhein und Neckar befuhren, wurde im Jahre 1857 zu 410 festgestellt, die eine Gesamt-Tragfähigkeit von 18882 t hatten. Die Mehrzahl, etwa 300 besaßen nur eine Tragfähigkeit unter 50 t, während eines mehr als 300 t tragen konnte. Die Zahl der dazu gehörigen Schiffer betrug 226. Die Bergfahrt wurde wie früher (S. 64) durch Pferdetreidelei bewirkt. Die Fahrt von Mannheim bis Kannstadt dauerte etwa 10 Tage.

Am **Main** sollte nach den Beschlüssen des Wiener Kongresses (S. 81) eine ähnliche Ordnung wie am Rhein eingeführt werden; aber die Uferstaaten traten zunächst nicht zusammen. Baiern ging darum selbständig vor und milderte zunächst die Zölle, indem die Zahl der Zollstätten von 24 auf 10 herabgesetzt und die Nebengebühren aufgehoben wurden. Dann verhandelten die Uferstaaten von 1829 bis 1846, um die Verträge über die Zolleinrichtungen abzuschließen, die, nach Art der Rheinzölle geordnet, eine erhebliche Verbesserung brachten. 1861 wurden die Zölle weiter ermäßigt und im Sommer 1867 hörte der letzte Mainzoll von Wertheim auf. Auch die Wehrgebühren u. dgl. wurden 1869 endgültig beseitigt.

Um das Fahrwasser zu verbessern, wurden in der Zeit von 1810 bis 1830 große Aufwendungen von Baiern gemacht, indem man einzelne Mühlen ankaufte, um die Wehre zu entfernen, mehrere Durchstiche anlegte, den Leinpfad ausbesserte und Felssprengungen vornahm. Im Anschluß daran wurden von 1836 bis 1842 beim Wehr zu Eltmann ein Umgehungskanal und bei dem zu Schweinfurt eine Kammerschleuse von 6 m Weite erbaut (1837). 1843 wurde die Mühle in Knetzgau und 1849 die in Kitzingen erworben, um die Wehre zu beseitigen.

1846 kam mit den Uferstaaten (ohne Kurhessen und Baden) eine Übereinkunft über die künftige einheitliche technische Behandlung des Stromes zustande. Als geringste Fahrwassertiefe bei Niedrigwasser (Null am Pegel Frankfurt) wurde vereinbart: 0,6 m oberhalb Würzburg; 0,6 bis 0,9 m bis zur Einmüdung der Saale und 0,9 m bis zur Mündung in den Rhein. Bei diesem Wasserstande sollte die Fahrwasserbreite betragen: 22 m oberhalb Würzburg, 22 bis 26 m bis zur Saale und von Kostheim bis zur Mündung 26 bis 37,5 m. Dabei war für die Einschränkungwerke eine von Bamberg bis zur Mündung von 44 m bis auf 140 m wachsende Normalbreite angenommen. In den Jahren 1846 bis 1855 wurden namentlich in der unteren Stromstrecke viele Buhnen u. dgl. gebaut, aber ohne den gewünschten Erfolg zu erreichen. Auch die späteren Arbeiten, die auf Grund einer Vereinbarung zwischen Nassau und Hessen-Darmstadt (1861) zwischen Frankfurt und dem Rhein bis zum Jahre 1870 ausgeführt wurden, haben die nötige Fahrwassertiefe nicht hervorgerufen. Besonders die Mündungstrecke war oft durch große Sandablagerungen versperrt.

Die 1830 eingerichtete Dampfschiffahrt zwischen Frankfurt und Mainz wurde wegen des schlechten Fahrwassers bald aufgegeben und der Verkehr ging auf die im Jahre 1840 eröffnete Eisenbahn über. Nach Aschaffenburg kam das erste Dampfschiff 1841 und in demselben Jahre wurde in Würzburg die Maindampfschiffahrt-Gesellschaft auf Aktien gegründet. Das mit allgemeiner Begeisterung und Beteiligung angefangene Unternehmen hatte keinen wirtschaftlichen Erfolg[1]). Der Grund lag vor allem in dem schlechten Fahrwasser, weil die Fahrten der 7 Personendampfer, die meistens in Frankreich und Belgien gebaut waren, oft unterbrochen und eingestellt werden mußten. Auch der Versuch, die Dampfer auf dem Rhein nutzbringend zu verwenden, hatte keinen dauernden Erfolg. In der Furcht vor der Eisenbahn, die 1846 für die Linie Bamberg-Würzburg-Aschaffenburg genehmigt wurde, beschloß die Gesellschaft, einen Dampfschleppbetrieb einzurichten, der den Verkehr zum Rhein und bis Köln vermitteln sollte. Bemerkenswert ist, daß zu diesem Zweck ein Schleppdampfer mit 4 eisernen Lastschiffen von

1) Schanz, Die Mainschiffahrt im 19. Jahrhundert. Bamberg 1894.

der Loire erworben wurde, wo nach Erbauung der Eisenbahn Nantes-Orleans dieser Schleppbetrieb zur Verhütung des Wettbewerbs von der Eisenbahngesellschaft aufgekauft und still gelegt worden war. Aber auch das Schleppunternehmen glückte nicht und nach Fertigstellung der Eisenbahn (1854) mußte sich die Gesellschaft im Jahre 1858 vollständig auflösen.

Auf dem unteren Main hat die im Jahre 1845 eingerichtete Frankfurter Schleppschiffahrtgesellschaft bessere Erfolge gehabt, sowohl beim Schleppen auf dem Rhein bis nach Holland, als auch im Verkehr mit Bingen und Ludwigshafen.

Den Güterverkehr (ohne Floßholz und Steine) am Anfang der dreißiger Jahre schätzt Schanz auf Grund der Zolleinnahmen auf etwa 25000 t Talverkehr und 12500 t Bergverkehr, die bei Hanau vorbeigegangen sind. Nach Einrichtung der Rangfahrten (S. 97), besonders zwischen Würzburg, Marktbreit, Kitzingen, Schweinfurt, Bamberg einerseits und Köln, Mainz, Frankfurt andererseits (1833, 1837, 1842) entwickelte sich die Schiffahrt gut. Der wechselseitige Verkehr zwischen diesen genannten Orten am Main und am Rhein war:

	Talverkehr	Bergverkehr	
im Jahre 1837	5,28	9,13	Tausend Tonnen
» » 1840	5,46	14,03	» »
» » 1843	5,02	18,42	» »
» » 1847	6,65	23,92	» »
» » 1850	6,99	21,11	» »
» » 1853	8,52	37,12	» »

Den Hauptverkehr hatte dabei anfangs Würzburg, später, nach Erbauung des Ludwigkanals, Bamberg. Am meisten verlor Kitzingen, wo früher die Waren für Österreich-Ungarn umgeladen wurden. Später gingen die meisten Waren nach Nürnberg.

Der gesamte Mainverkehr während dieser und der späteren Zeit läßt sich aus den Anschreibungen der Zollämter in Höchst und Wertheim übersehen:

Durchgangverkehr bei Höchst und Wertheim in Tausend Tonnen (ohne Holz).

Jahr	Höchst		Wertheim	
	zu Tal	zu Berg	zu Tal	zu Berg
1840	zusammen = 127,6		—	—
1843	» = 124,5		38,6	23,4
1847	72,5	93.3	63,6	33,1
1850	107,1	92,4	113,7	33,1
1853	84,1	114,3	73,9	47,3
1856	137,0	131,7	102,3	29,1
1860	126,7	115,6	91,6	20,3
1864	82,6	111,3	58,9	27,2
1866	68,5	90,4	64,4	18,5

Von 1857 an geht der Verkehr zurück. Für Frankfurt, das zwischen Höchst und Wertheim liegt, sind keine Anschreibungen bekannt. Man kann den Verkehr daher nur aus diesen Zahlen schätzen. Im Jahre 1864 soll dort der gesamte Güterverkehr 152,8 Tausend Tonnen betragen haben, die durch 6535 Schiffe befördert worden sind.

Nach der Reichsstatistik sind im Jahre 1874 in Frankfurt

angekommen:	5357	Schiffe	zu Tal	mit	156,7	Tausend Tonnen
und	463	»	zu Berg	»	17,3	» »
zusammen	5820	»		»	174,0	» »
abgegangen:	30	»	zu Tal	»	2,19	» »
und	165	»	zu Berg	»	1,37	» »
zusammen	195	»		»	3,56	» »

Der Durchgangverkehr ist nicht angeschrieben worden.

In Würzburg sind im Jahre 1872

angekommen:	193	Schiffe	zu Tal	mit	1,23	Tausend	Tonnen
und	1522	»	zu Berg	»	22,64	»	»
zusammen	1715	»		»	23,87	»	»
abgegangen:	671	»	zu Tal	»	3,04	»	»
und	110	»	zu Berg	»	0,06	»	»
zusammen	781	»		»	3,10	»	»
durchgegangen:	671	»	zu Tal	»	19,67	»	»
und	477	»	zu Berg	»	11,13	»	»
zusammen	1148	»		»	30,80	»	»

(Im Jahre 1886 betrug der gesamte Verkehr an der Mainmündung: etwa 30000 t bergwärts und 206000 t talwärts.)

Die Schiffer und die Schiffe sind am Main im Jahre 1857 gezählt worden. Es waren 321 Schiffer mit 914 Schiffen von zusammen 38725 t Tragfähigkeit vorhanden, von denen 189 unter 50 t trugen und nur eines mehr als 175 t. Im Jahre 1872 waren nur 659 Schiffe mit zusammen 38319 t Tragfähigkeit vorhanden; sie waren also im Durchschnitt erheblich größer geworden.

Der **Ludwigkanal** verbindet den Main durch die Regnitz und die Altmühl mit der Donau. Dies schon vor tausend Jahren (vgl. S. 25) geplante Werk wurde am Anfang des 19. Jahrhunderts von König Ludwig von Baiern aufgenommen. Es ging aber leider viel Zeit verloren, bis man endlich (1 Jahr nach Eröffnung der ersten deutschen Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth) den Bau beginnen konnte, der von 1836 bis 1845 dauerte.

Die Wasserstraße verläßt bei Bischberg den Main und folgt zunächst der Regnitz bis Bamberg. In dieser 5,2 km langen Strecke liegen 2 Kammerschleusen von 56 m und 52 m Länge und 8,5 m und 7 m Breite. Dann steigt der Kanal mit 68 Schleusen von 34 m Länge und 4,67 m Breite 185,7 m hoch zur 24,4 km langen Scheitelstrecke (418 m über dem Meere), berührt Erlangen, Fürth und Nürnberg und fällt mit 32 Schleusen von gleichen Abmessungen 79,2 m tief zur Donau bei Kehlheim hinab. Der unterste Teil dieser Treppe von 32,9 km Länge mit 13 Schleusen liegt in der aufgestauten Altmühl. Die ganze Länge der Wasserstraße von Bamberg bis Kehlheim beträgt 172,4 km. Die Wassertiefe soll 1,46 m betragen. Die Schiffe haben bei einer Eintauchung von 1,29 m eine Tragfähigkeit von 127 t, bei einer solchen von 1,10 m etwa 120 t. In den ersten 3 Jahren des Bestehens ist der Kanal einträglich gewesen, da durchschnittlich etwa 250000 t Güter befördert wurden. Im Wettbewerb mit den bald gebauten Eisenbahnen ging der Verkehr schnell zurück: im Jahre 1860 sind 165665 t und im Jahre 1870 nur noch 108927 t durch den Kanal (82347 t zum Main und 26580 t zur Donau) gegangen. In den anschließenden Flüssen, namentlich in der Regnitz und in dem oberen Main, war die Fahrwassertiefe meistens ganz ungenügend, so daß ein durchgehender Verkehr sich nicht entwickeln konnte.

Die Schiffahrt auf der **Lahn** hob sich durch den aufblühenden Bergbau und es entstand das Bedürfnis, an den Wehren Kammerschleusen zu bauen. Im Jahre 1841 kam ein Staatsvertrag zwischen Preußen, Hessen und Nassau zustande, der dahin zielte, den Fluß für Schiffe von 75 t Tragfähigkeit (31,39 m lang, 5,02 m breit und 0,63 m Tauchtiefe) bis Gießen schiffbar zu machen. Dazu wurde eine Wassertiefe von 0,94 m als erforderlich angesehen. Man baute 20 Kammerschleusen von 32,64 m Länge und 5,34 m Breite, befreite das Flußbett von den ärgsten Unregelmäßigkeiten, machte einige Durchstiche und legte einen 3 m breiten Leinpfad an. Die Arbeiten waren 1859 beendet und bis zum Jahre 1862 herrschte auf der Lahn ein lebhafter Schiffahrtverkehr, wenngleich die Schleusen in einzelnen Strecken viel zu weit voneinander angeordnet waren, so daß die nicht aufgestauten Stellen häufig nur eine sehr geringe Tiefe zeigten. Nach der Eröffnung der Eisenbahn hörte die Schiffahrt im oberen Laufe des Flusses (oberhalb Wetzlar) fast ganz auf, in der untersten Strecke (bei Ems) blieb sie bis zum Jahre 1870 noch recht rege. Der größte Verkehr im Jahre 1860 betrug bei Niederlahnstein 33800 t zu Berg und 148041 t zu Tal.

Dampfschiffahrt hat sich auf der Lahn nicht entwickelt; die Schiffe wurden in der Regel durch Pferde getreidelt.

(Im Jahre 1886 — als noch eine Zwischenstaustufe mit Schleuse erbaut war — wurden den Gruben an der Lahn und Dill Notstandtarife auf der Eisenbahn bewilligt, die dann fast alle Güter an sich zog. Der gesamte Wasserverkehr betrug 1886 nur 48480 t, während in diesem

Jahre in den Gruben des Lahngebiets zusammen 806924 t Erze, Phosphorit, Marmor und Schiefer gefördert wurden.)

Auf der **Mosel** hat von Alters her eine lebhafte Schiffahrt bestanden (S. 26), die aber immer unter schlechten Fahrwasserzuständen litt, wenngleich von der Verbauung des Stromes durch Mühlenwehre nichts bekannt geworden ist. Am Ende des 17. Jahrhunderts bestand z. B. zwischen Nancy und Metz eine regelmäßige Wasserverbindung durch Marktschiffe.

Im Jahre 1836 begann die französische Regierung mit der Verbesserung des Fahrwassers von Fronard, bei der Einmündung der Meurthe, abwärts bis zur preußischen Grenze. Diese Arbeiten hatten indessen keinen Erfolg und im Jahre 1867 schritt man zum Aufstau des Flusses bis Metz mit gleichzeitiger Anwendung von Seitenkanälen, die zusammen 48 km lang sind, während die ganze Länge der Wasserstraße 58,5 km beträgt. Den letzten Teil der Arbeiten von Arnaville bis Metz hat nach dem Kriege die deutsche Regierung von 1872 bis 1876 fertiggestellt. Die Schleusen in dieser Strecke sind 38,5 m lang und 6 m breit, die Wassertiefe beträgt 2 m, so daß dort Schiffe von 300 t Tragfähigkeit verkehren können.

Von Metz bis zur luxemburgisch-preußischen Grenze bei Perl ist die Mosel auf 60 km Länge im alten Zustande geblieben und hat bei niedrigem Wasserstande kaum eine Tiefe von 0,5 m. Die anschließende 35 km lange preußisch-luxemburgische Strecke von Perl bis Wasserbillig, oberhalb der Einmündung der Saar, ist in den Jahren 1853 bis 1870 von beiden Staaten verbessert worden, so daß bei Niedrigwasser eine Tiefe von etwa 0,7 m vorhanden ist.

Die untere ganz preußische Stromstrecke ist seit dem Jahre 1839 von Preußen verbessert und mit Buhnen ausgebaut worden, so daß bei Niedrigwasser eine Tiefe von etwa 0,7 m oberhalb und 0,9 m unterhalb Traben erreicht wurde. Bei den von 1853 bis 1870 ausgeführten Strombauten wurde oberhalb Trier eine Normalbreite von 56 bis 75 m und unterhalb von 75 bis 95 m zugrunde gelegt. Auf diesem Flußteil hat sich in den vierziger Jahren eine lebhafte Dampfschiffahrt entwickelt; die Schleppschiffahrt hat aber keine Bedeutung erlangt.

Der Güterverkehr in Tausend Tonnen betrug[1]:

	zu Tal	zu Berg	zusammen
im Jahre 1834	7,2	4,7	11,9 Tausend Tonnen
» » 1840	6,6	6,0	12,6 » »
» » 1850	41,3	106,2	147,4 » »
» » 1860	71,8	33,1	104,9 » »
» » 1864	6,8	8,5	15,3 » »
» » 1870	6,4	8,4	14,8 » »

Später ist er noch weiter herabgegangen.

Von den Nebenflüssen der Mosel hat nur die Saar einen erheblichen Schiffahrtverkehr, und zwar in ihrem oberen Laufe innerhalb des Kohlengebiets. In den Jahren 1862 bis 1866 baute die französische Regierung, um der elsäßischen Industrie billige Kohlen zu verschaffen, den 66 km langen Saarkohlenkanal von Gondrexange (am Rhein-Marne-Kanal) nach Saargemünd, der etwa 2 km oberhalb dieser Stadt im Laufe der Saar liegt. Die Wasserstraße hat 28 Schleusen von 38,5 m Länge und 5,2 m Breite und eine Wassertiefe von 2 m. Anschließend daran wurde gleichzeitig von der preußischen Regierung die Saar von Saargemünd bis Luisental (unterhalb Saarbrücken) auf 25 km Länge in 5 Stufen mit Nadelwehren aufgestaut, wobei die 3 Schleusen oberhalb Saarbrücken dieselben Abmessungen erhielten, die beiden unterhalb liegenden aber 40,8 m lang und 6,6 m breit gemacht wurden. Im Jahre 1875 wurde unterhalb Luisental noch eine 16,5 km lange Flußstrecke bis Ensdorf durch 3 Stauwerke von gleicher Bauart aufgestaut und auf 2 m Wassertiefe gebracht. Der unterste, 77 km lange Lauf der Saar bis zur Mündung in die Mosel ist in den Jahren 1840 bis 1850 durch den Einbau von Buhnen ohne großen Erfolg verbessert worden. Er hat bei Niedrigwasser nur etwa 0,5 m Wassertiefe und kann dann nur mit leeren Schiffen befahren werden.

Der Saarkanal (vgl. S. 108) hat im Jahre 1872 einen Verkehr von rund 900000 t gehabt. Dampfschiffahrt wurde dort nicht betrieben, sondern es wurde mit Pferden getreidelt.

Der Erftkanal (4,3 km lang) ist nur ein alter als Hafen benutzter Rheinarm bei Neuß, in den die Erft mündete. Da er allmählich versandete, wurde er 1833 bis 1837 von der Stadt mit Unterstützung des Staates als Hafen ausgebaut. (1905 bis 1908 wurde daraus ein großer moderner Rheinhafen hergestellt.)

1) Schwabe, Die Entwicklung der deutschen Binnenschiffahrt. Berlin 1899.

Die Schiffahrt auf der **Ruhr** entwickelte sich kräftig weiter, wie schon am Ende des 18. Jahrhunderts (S. 65), und gelangte im Jahre 1860 zu ihrer höchsten Blüte. Es wurden damals etwa 900000 t auf diesem Flusse verfrachtet, wovon allein 867740 t Kohlen. Die Dampfschiffahrt kam nicht dorthin; es blieb bei der früher üblichen Pferdetreidelei. Mit dem Bau der Eisenbahnen (1862) ging der Verkehr schnell zurück, zumal die Schiffe nur von bescheidenen Abmessungen und die Fahrwassertiefen oft sehr gering waren. Im Jahre 1840 wurde ein Entwurf zu einem besseren Ausbau des Flusses aufgestellt und in den Jahren 1855 bis 1865 auch eine gründliche Verbesserung des Fahrwassers namentlich in der Mündungstrecke ausgeführt. Doch half dies nichts zur Hebung des Verkehrs und ebenso wenig die Aufhebung der Schleusenabgaben im Jahre 1868. (Im Jahre 1886 betrug der gesamte Verkehr nur etwa 10000 t und erlosch 1890 vollständig.)

Die **Lippe** hat schon in alten Zeiten Verkehr gehabt; aber das Fahrwasser wurde durch Mühlenwehre so behindert, daß die Schiffahrt zurückging. König Friedrich Wilhelm I. soll einen Entwurf zur Schiffbarmachung haben aufstellen lassen; aber erst auf Anregung des Ministers von Stein kam der Bau in den Jahren 1820 bis 1833 zur Ausführung. Es wurden neben den Wehren 12 Kammerschleusen (auf der unteren Strecke 6 von 38,3 m Länge und 6,43 m Breite und oberhalb Hamm 6 von 27,86 m Länge und 4,71 m Breite) angelegt, mehrere Mühlen beseitigt und das Fahrwasser einigermaßen durch Buhnen verbessert, so daß der Flußlauf auf 190 km von Wesel bis nach Lippstadt hinauf als schiffbar mit etwa 1 m Tauchtiefe angesehen werden konnte. Aber viele stark gekrümmte und seichte Stellen behinderten den Verkehr außerordentlich und besonders die Einmündung in den Rhein versandete oft. Es sollen dort etwa 100 Schiffe von 70 bis 100 t Tragfähigkeit verkehrt haben.

Der Güterverkehr betrug bei Wesel:

im Jahre 1840	zu Berg	11,9,	zu Tal	70,2 Tausend Tonnen
» » 1842	» »	15,9,	» »	39,0 » »
» » 1864	» »	11,2,	» »	19,7 » »

Diese Zahlen enthalten anscheinend auch das Floßholz. Talwärts wurde viel Salz befördert. Nach Erbauung der Eisenbahn im Jahre 1847 ging der Verkehr stark zurück.

Auf dem **Bodensee** entwickelte sich die Dampfschiffahrt im Jahre 1824; doch waren zunächst die Vorrechte der Schiffergilden hinderlich, die an allen Uferorten des Sees von ortsfremden Schiffern »Abfuhrgelder« dafür erhoben, daß sie ihnen die Aufnahme und Beförderung von Personen und Gütern erlaubten. König Wilhelm I. von Württemberg war ein besonderer Freund der Dampfschiffahrt und beseitigte für sein Land diese Schwierigkeiten, indem er die Ansprüche der Schiffer mit einer lebenslänglichen Rente ablöste. Dann bestellte er ein Dampfschiff und rief die »Dampfschiffahrtgesellschaft in Friedrichshafen« ins Leben. Im Dezember 1824 begann der erste Dampfer »Wilhelm« auf dem See seine Fahrten. Gleichzeitig betrieb der bekannte Buchhändler Cotta in Stuttgart mit dem Amerikaner Church (der bereits auf dem Genfer See eine Dampfschiffahrt eingerichtet hatte) ein ähnliches Unternehmen, zu dem ihm die baierische Regierung ein Privilegium erteilt hatte »unbeschadet der Rechte Dritter, besonders der Lindauer Schiffergesellschaft«. Ihr Dampfer »Max Josef« erschien gleichfalls im Dezember 1824 auf dem Bodensee; aber das Privilegium war wertlos, das Schiff fand keine Beschäftigung, wurde bald stillgelegt und auf Abbruch verkauft. Später entstanden die »Dampfschiffahrtgesellschaft für den Bodensee und Rhein« in Konstanz (1830) und die Dampfbootaktiengesellschaft in Lindau (1835). Die letztere eröffnete mit dem ersten eisernen, in England gebauten Dampfschiff »Ludwig« ihren Betrieb im Jahre 1837.

Zur Hebung des Verkehrs auf der an den Bodensee angrenzenden Rheinstrecke von Konstanz bis Schaffhausen wurde im Jahre 1852 zwischen Baden und der Schweiz ein Vertrag geschlossen, durch den die Freiheit der Schiffahrt gewährleistet wurde.

Die **Ems** war am Anfang des 19. Jahrhunderts für die Binnenschiffahrt nur bis Meppen hinauf einigermaßen brauchbar, während der obere Flußlauf bis Greven (zwischen Rheine und Münster) zwar für schiffbar galt, aber wegen des schlechten, seichten und gekrümmten Fahrwassers wenig benutzt werden konnte. Zwischen Preußen und Hannover wurden darum in den Jahren 1815 und 1820 Verträge über den gemeinschaftlichen Ausbau des Stromes abge-

schlossen, die durch die Emsschiffahrtsakte vom Jahre 1843 bestätigt wurden. Von Meppen aus wurde durch die dort einmündende Hase ein 26 km langer Seitenkanal (Hanekenkanal) aufwärts bis Hanekenfähr angelegt, um den schlechtesten Teil des Stromes auszuschalten. Es wurden 3 einfache, eine Koppel- und eine Abschlußschleuse (bei Hanekenfähr) erbaut, die eine Länge von mindestens 26,4 m und eine Breite von 5,95 m hatten. Die Wassertiefe betrug 1,26 m.

Außer einem Wehr unterhalb Hanekenfähr wurden im oberen Emslaufe noch die Wehre bei Listrup und Bentlage errichtet, neben denen Kammerschleusen von 28,9 m und 31,3 m Länge und 5,95 m Breite angeordnet wurden. Oberhalb Bentlage war bei Rheine bereits ein altes Wehr aus dem Jahre 1580 vorhanden, das mit einem 1 km langen Seitenkanal und einer alten Schleuse umgangen werden konnte. Diese Anlagen wurden verbessert und mit einer zweiten Schleuse (31,3 m lang, 5,95 m breit) ausgerüstet. Im Flußbette selbst wurden mehrere Durchstiche, Einschränkungswerke und Uferschutzbauten, sowie umfangreiche Felssprengungen ausgeführt, so daß im allgemeinen durchweg eine Tiefe von 1 m bei N.W. erreicht wurde. (Auf der unteren Strecke zwischen Meppen und Papenburg wurde das Fahrwasser gleichfalls durch Buhnen und andere Bauten verbessert.)

Die Arbeiten sind in der Zeit von 1825 bis 1845 fertiggestellt worden. Der Erfolg war ziemlich gut, die Schiffahrt nahm zu und der Verkehr erreichte bei Rheine im Jahre 1861 den höchsten Stand von 32 500 t. Doch ging die Schiffahrt nach der Eröffnung der Eisenbahn Rheine—Emden im Jahre 1854 langsam zurück. Bei Meppen verkehrten 1872 noch 1222 Schiffe mit 35 200 t und im Jahre 1879 nur 459 Schiffe mit 11 290 t.

Die die Ems befahrenden Schiffe sind die Pünten, die bei etwa 25 m Länge und 5 m Breite eine Tragfähigkeit von etwa 85 t haben.

Ein bemerkenswerter Dampferbetrieb hat sich oberhalb Papenburg nicht entwickelt.

Aus älterer Zeit ist zu erwähnen, daß im Jahre 1723 der Fürstbischof Clemens August zu Münster die Absicht hatte, die Ems mit der Vechte durch einen Kanal zu verbinden. Unterhalb Münster wurde dazu eine 30 km lange Kanalstrecke nebst einer Schleuse hergestellt. Dann ruhten die Arbeiten, bis sie unter dem Fürstbischof Max August 1767 um etwa 5 km weiter geführt wurden. Aber es fehlte an Speisungswasser und man ließ den Kanal unvollendet, der übrigens 1844 durch einen Wassereinbruch zum Teil zerstört wurde. Es wird auch berichtet, daß Friedrich der Große die Fortführung dieses Kanals bis Emden in Erwägung gezogen hat.

Im Jahre 1869 wurde mit dem Bau der Moorkanäle auf dem linken Flußufer (Ems-Vechte-Kanal, Süd-Nord-Kanal usw.) begonnen, die mit den holländischen Torfkanälen (S. 71) in Verbindung stehen. Auf dem rechten Ufer ist das Gebiet der Leda durch den im Jahre 1855 von der oldenburgischen Regierung begonnenen Hunte-Ems-Kanal an die Hunte bei Oldenburg angeschlossen. Der 44,2 km lange Kanal zweigt von der Sagter Ems ab, hat 9 Schleusen von 29 m Länge und 5,2 m Breite und eine Wassertiefe von 1,25 bis 1,5 m. Die dort verkehrenden Schiffe sind meistens nur 15 bis 16 m lang und 3 bis 3,5 m breit. Der Verkehr ist ebenso unbedeutend wie auf den übrigen Fehnkanälen bei Papenburg, wo die sogenannten Muttschiffe von ähnlichen Abmessungen und höchstens 30 t Tragfähigkeit zu Hause sind.

Auf die **Weser** kam, wie oben (S. 93) erwähnt, im Jahre 1817 das erste Dampfschiff, aber es verkehrte nur unterhalb Bremen. Es dauerte

etwa 20 Jahre, bis ein Dampfschiff nach Minden gelangte. Dies soll von Harkort (in Harkorten bei Wetter a. d. Ruhr) im Jahre 1835 erbaut und von ihm selbst im Jahre darauf zu Wasser durch Holland, die Zuidersee und das Wattenmeer zur Weser geführt sein. 1842 wurde in Hameln die »Vereinigte Weserdampfschiffahrt« gegründet, die mit dem aus Paris bezogenen Dampfer »Hermann« im folgenden Jahre die erste Fahrt von Hameln nach Münden unternahm. In demselben Jahre fuhr auch das von Henschel in Kassel gebaute Dampfschiff »Eduard« von Münden bis Bremen. Die Hamelner Gesellschaft stellte noch weitere 6 Dampfer in Dienst, die zum Teil aus Paris kamen, zum Teil in der Rheinprovinz gebaut und mit englischen Maschinen ausgerüstet waren. Es wurde ein regelmäßiger Betrieb zwischen Münden und Bremen unterhalten und dabei namentlich eine große Zahl von Auswanderern befördert. Die Schwierigkeiten, die das schlechte Fahrwasser und die unbequemen Brücken diesem Unternehmen bereiteten, waren außerordentlich. 1857 übernahm der Norddeutsche Lloyd in Bremen den Betrieb und hat ihn bis 1873 geführt. Er war dann wegen des Wettbewerbs der Eisenbahn und in Anbetracht der großen durch das mangelhafte Fahrwasser hervorgerufenen Störungen nicht mehr einträglich und die Schiffe wurden verkauft.

Anfangs der fünfziger Jahre machte der Norddeutsche Lloyd Versuche mit dem Schleppbetrieb zwischen Bremen und Hameln und 1854 fuhr der Dampfer »Blücher« zum ersten Male mit einem Schiffe im Anhang von Hameln bis Münden. Aber das Unternehmen war nicht erfolgreich; denn das Fahrwasser war so schlecht, daß in den trockenen Jahren 1857 bis 1859 die Fahrten auf lange Zeit unterbrochen werden mußten. Außerdem erwies sich die Pferdetreidelei als billiger. Im Jahre 1860 wurde der Schleppbetrieb eingestellt. Einige Jahre später bildete sich die »Mindener Schleppschiffahrtgesellschaft«, die mit 2 Dampfern unterhalb Hameln tätig war. Auch sie mußte sich gegen Ende der siebziger Jahre auflösen.

Die Beschlüsse des Wiener Kongresses hatten auf die Weserverhältnisse zunächst keinen Einfluß, weil die Uferstaaten nicht zusammen traten. Schon im Jahre 1815 wollte Preußen mit den anderen Staaten über ein gemeinsames Vorgehen zur Verbesserung des Stromes Vereinbarungen abschließen; diese Absicht scheiterte aber an dem Widerstand Hannovers, das mehr auf die Hebung des Verkehrs auf Aller und Leine bedacht war. Auch nach dem Zustandekommen der Schiffahrtsakte von 1823, über die oben (S. 85) berichtet wurde, war es wieder Hannover, das nicht geneigt war, sich an einer gemeinsamen Befahrung des Stromes durch die Wasserbaubeamten der Uferstaaten zu beteiligen, um über die erforderlichen Arbeiten zu beraten. Erst 1838 fand die erste Strombefahrung von Münden bis Bremerhaven statt und wurde später etwa alle 4 Jahre wiederholt. Nach Gründung der Hamelner Dampfschiffahrtgesellschaft (1842) war Hannover bereit, für die Verbesserung der Wasserstraße erhebliche Arbeiten auszuführen. Bei diesen Beratungen wurde auf Wunsch der 1842 zusammengetretenen Revi-

sionkommission der Weserschiffahrtsakte die zu erstrebende mindeste Fahrwassertiefe beim kleinsten Wasserstande auf 0,67 m vereinbart, von der Feststellung der Normalbreiten aber mit Rücksicht auf das sehr wechselnde Gefälle abgesehen.

Für die Verbesserung des Fahrwassers geschah seit 1823 mancherlei: Bis zum Jahre 1838 wurden die früher so hinderlichen Fischwehre im oberen Laufe beseitigt, es wurden viele Steine und Felsen gesprengt, alte Arme verbaut und Buhnen angelegt. Die Uferschutzbauten wurden vielfach dadurch erschwert, daß nach dem bestehenden Recht die Uferanlieger dazu verpflichtet waren, ihrerseits aber wieder über den durch die Wellen der Dampfer hervorgerufenen Schaden klagten. Namentlich auf preußischem Gebiet wurden seit 1852 einige größere Verbesserungsbauten ausgeführt.

Besondere Sorgfalt wurde auf den Leinpfad verwandt, zumal seit 1818 in allen Staaten die Pferdetreidelei erlaubt war. In den zwanziger Jahren soll er zwischen Bremen und Münden noch 24mal das Ufer gewechselt haben. Man hoffte, nach Durchführung der Verbesserungen in etwa 18 Tagen diesen Weg zurücklegen zu können, während man vorher 30 Tage gebrauchte. Aus dem Jahre 1831 wird berichtet, daß zur Beförderung von 6 Schiffen mit 400 t Ladung von Bremen nach Münden 40 Pferde und vorübergehend noch 200 Arbeiter zum Treideln nötig waren. (Die letzteren erhielten allein für 3 Tage 558 Mark Lohn.)

Bis zum Ende der dreißiger Jahre waren die Schiffe, namentlich die Weserböcke, plump, schwer und mit sehr dickem Boden gebaut, so daß sie leer etwa 0,42 m tief eintauchten. Dann kam eine bessere Bauart auf mit spitzerer Form, schwächeren Hölzern und besseren Verbindungen der einzelnen Teile. Diese Schiffe waren 37,8 bis 38,3 m lang, 5,35 bis 5,55 m breit und hatten leer eine Tauchtiefe von nur 0,24 m. Bei voller Ladung von 150 bis 168 t hatten sie einen Tiefgang von 1,1 m bis 1,2 m. Am Ende der sechziger Jahre verkehrten unterhalb Minden schon Böcke von 48 m Länge, 7,6 m Breite und 300 t Tragfähigkeit bei 1,4 m Tauchtiefe.

Sehr störend für den Verkehr (namentlich der Dampfschiffe) war die geringe Breite der Schleuse bei Hameln (S. 55) von nur 5,85 m. Unter der preußischen Herrschaft wurde sie in den Jahren 1868 bis 1871 durch eine neue von 56,7 m Länge und 11,1 m Torweite ersetzt.

Aber diese Bauten konnten nach der Einführung der Eisenbahnen den Niedergang der Schiffahrt nicht aufhalten, zumal die festgesetzte Mindesttiefe von 0,67 m bis zum Jahre 1870 noch nicht erreicht und das Fahrwasser noch immer sehr mangelhaft war. Auch der mit Beteiligung der Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft in den Jahren 1856 bis 1859 angelegte Umschlaghafen in Minden hob den Verkehr nicht merklich.

Viele genaue Anschreibungen darüber sind nicht vorhanden: Im Jahre 1823 hat der Durchgangverkehr bei Minden etwa 10000 t betragen. Nach der Bremer Statistik des Oberweserverkehrs war die Zu- und Abfuhr im

Jahre 1860 in Bremen 220000 t und fiel dann bis 1878 auf den tiefsten Stand von 93000 t. Im Jahre 1864 sind von Bremen aufwärts 414 Segel- und 62 Dampfschiffe mit zusammen 24025 t abgegangen.

Auf der Aller war die Schiffahrt bis etwa zum Jahre 1850 ziemlich rege. Der Endpunkt der Schiffahrt war Celle, wo seit alter Zeit ein bedeutender Umschlag stattfand. Mit dem Bau der Eisenbahnen ging der Verkehr zurück und erlosch bis 1870 vollständig.

Auf der **Elbe** hatte die Dampfschiffahrt bessere Erfolge als auf der Weser, wenn auch die ersten oben (S. 93) erwähnten Versuche mißglückt waren. In Dresden baute sich ein Zuckersiedereibesitzer Calbera im Jahre 1834 ein Dampfschiff mit einer in Hamburg gekauften englischen Maschine von etwa 24 Pferdestärken. Es war ein Heckraddampfer und sollte 50 t tragen. Trotz der durch die Elbeakte geschaffenen Freiheit erhoben die Dresdener Handels- und Schifferinnungen gegen dieses Unternehmen lebhaften Einspruch, so daß Calbera weder eine Staatsunterstützung noch ein Privileg, schließlich aber mit Mühe wenigstens die Erlaubnis erhielt. Das Schiff führte vom Jahre 1835 an mehrfache Fahrten nach Hamburg aus, um Rohstoffe für die Zuckersiederei herbeizuschaffen.

Im Jahre 1836 bildete sich in Dresden die »königl. privilegierte sächsische Dampfschiffahrtgesellschaft«, die im folgenden Sommer den »eisernen« Raddampfer »Königin Maria« in Dienst stellte. Das Schiff war 36 m lang, 3,9 m breit (über den Radkasten 7,85 m) und 2,5 m hoch. Es soll leer einen Tiefgang von 0,48 m und eine Maschine von 40 Pferdestärken gehabt haben. Das königl. Privileg wurde zunächst auf 5 Jahre verliehen mit den aus der Elbschiffahrtsakte sich ergebenden Beschränkungen. Die Gesellschaft betrieb die Personen- und Güterbeförderung in Sachsen und Böhmen. Bis 1846 stellte sie noch 2 Schiffe ein und der Betrieb wurde so geregelt, das zwei Dampfer tägliche Verbindungen zwischen Dresden und Tetschen unterhielten, während das dritte Schiff täglich zweimal von Dresden nach Pillnitz und zurück fuhr. Von den 3 Dampfern waren 2 aus Eisen auf einem Platze bei Dresden gebaut und in Übigau mit den zuerst von Egells in Berlin gelieferten Maschinen versehen. Diese bewährten sich nicht, da sie zu schwerfällig waren und nicht rückwärts bewegt werden konnten, und es wurden neue Maschinen bei John Penn in Greenwich bestellt, die schwingende (oszillierende) Zylinder besaßen und sich schon auf dem Magdeburger Dampfer »Courier« bewährt hatten. Solche Maschinen von Penn fanden damals überall Beifall und sind von der sächsischen Gesellschaft viele Jahre lang bevorzugt worden.

Im Jahre 1841 entstand ihr ein gefährlicher Wettbewerb durch den Engländer Josef Ruston, der mit einem sehr flachgehenden Dampfer in Dresden eintraf und ein Privileg für Böhmen hatte. Dabei machten sich die einschränkenden Bestimmungen der Elbeakte (Kabotage) recht fühlbar. Ruston beschaffte noch mehrere Schiffe und fuhr aufwärts bis nahe nach Melnik, von wo eine gute Stellwagenverbindung bis Prag entstand. Um den lästigen

Wettbewerb zu beseitigen, kaufte die sächsische Gesellschaft 1851 das Rustonsche Unternehmen und nannte sich dann »Sächsisch-böhmische Dampfschiffahrtgesellschaft«.

Gleichzeitig mit der Dresdener Gesellschaft entstand in Magdeburg die »Magdeburger Dampfschiffahrtgesellschaft« für den Verkehr zwischen dieser Stadt und Hamburg und bald noch eine zweite, die »Hamburg-Magdeburger Dampfschiffahrt-Kompagnie« zum gleichen Zweck[1]). Diese beiden Gesellschaften vereinigten sich 1840 zu der »Vereinigten Hamburg-Magdeburger Dampfschiffahrt-Kompagnie«. Einer ihrer ersten Dampfer war der vorerwähnte »Courier«. Im Laufe der folgenden 10 Jahre besaß die Gesellschaft zeitweise 8 bis 10 Dampfschiffe, von denen aber keines mehr als 70 indizierte Pferdestärken hatte. Sie begründete in Buckau bei Magdeburg eine eigene Schiffswerft und Maschinenbauanstalt. Der Betrieb war so eingerichtet, daß wöchentlich von Magdeburg zwei Schiffe nach Hamburg und eines nach Dresden abgingen. Schon von 1841 an betrieb die Gesellschaft den Schleppdienst.

In Prag hatte sich gleich nach dem Abschluß der Elbeakte im Jahre 1822 die »Prager Schiffahrtgesellschaft« gebildet, die, zunächst ohne eigene Lastschiffe und Dampfschiffe, eine regelmäßige Güterbeförderung zwischen Böhmen und Hamburg einrichtete. Im Jahre 1857 beschaffte sie sich 5 Raddampfer und betrieb mit eigenen und fremden Lastschiffen unter dem neuen Namen »Prager Dampf- und Segelschiffahrtgesellschaft« einen lebhaften Schleppverkehr auf der ganzen Elbe. In diesem Jahre entstand in Hamburg die »Norddeutsche Fluß-Dampfschiffahrtgesellschaft«, die mit 6 Dampfern und 40 Lastschiffen einen regelmäßigen Verkehr zwischen dieser Stadt und Berlin betrieb. 1863 geriet sie in Schwierigkeiten und wurde dann neu gegründet.

Im Jahre 1869 waren etwa 20 Schleppdampfer auf der Elbe.

Die Schiffer betrachteten die Entwicklung der Dampfschiffahrt mit mißgünstigen Blicken, weil sie darin eine Schädigung ihres Erwerbs sahen. Auch klagten sie viel über die große Geschwindigkeit der Dampfer und die starken Wellen. Von dem Schleppbetriebe machten sie zunächst keinen Gebrauch, zumal die wenigen Dampfer meistens mit dem Schleppen der eigenen Lastschiffe beschäftigt waren.

Trotz der Elbeakte (S. 85) litt die Schiffahrt an vielen Übelständen. Zunächst waren die Zölle so hoch, daß viele über See eingeführte Waren billiger über Stettin als über Hamburg zu Wasser nach Magdeburg befördert wurden[2]). Das erklärt sich daraus, daß auf der Oder keine Zölle bestanden und im Jahre 1841 der früher sehr drückende Sundzoll bedeutend ermäßigt worden war. Die Elbzölle waren im Jahre 1847 erheblich höher als auf anderen Strömen. Der Normalzoll betrug für je 100 kg auf dem Rhein 2,215 Mark stromauf und 1,49 Mark stromab, auf der Weser 0,67 Mark und

1) Siegroth, Aufsatz im Elbe-Schiffahrts-Kalender 1910.
2) Kurt Fischer, Studie über die Elbschiffahrt in den letzten 100 Jahren. Jena 1907.

auf der Elbe 3,40 Mark. Auf 1 tkm berechnet, ergibt das für den Rhein 2,644 Pf. und 1,784 Pf., für die Weser 1,744 Pf. und für die Elbe 5,664 Pf. Mit der Erhebung der Zölle verloren die Schiffer ferner viel Zeit: Es wird berichtet, daß sie an den Zollstellen oft wochenlang warten mußten.

Die Leinpfade waren in sehr schlechtem Zustande, so daß nur auf wenigen Strecken Pferde benutzt werden konnten. Wenn an schwierigen Stellen die eigene Mannschaft und die mitgenommenen Zugknechte (S. 53) nicht ausreichten, mußten besondere Schiffzieher angenommen werden, die unter dem Namen »Pomätscher« (von dem böhmischen Pomohacz = Helfer) wegen ihrer unverschämten Forderungen besonders an der oberen Elbe berüchtigt waren. Die Durchfahrung der Brücken wurde dadurch besonders erschwert und verteuert. Als deren Zahl bei der Erbauung der Eisenbahnen sich stark vermehrte, fühlten die Schiffer sich geschädigt und verlangten nicht nur mit Erfolg Drehbrücken oder Mastenkrane, sondern wünschten auch, dass die Eisenbahngesellschaften für das Durchziehen der Schiffe durch die Brücken die nötigen Mannschaften und Geräte stellten. Ein besonderes Hindernis war die Augustusbrücke in Dresden. Der im Jahre 1846 dort gegründete »Konzessionierte sächsische Schifferverein«, der sich durch die Förderung der Schiffahrt an dem ganzen Strome ein großes Ansehen erwarb und auch bei den Behörden die Wünsche der Schiffer nachdrücklich vertrat, bestellte zuerst selbst im Jahre 1854 die zur Durchfahrung dieser Brücke erforderlichen Lotsen, die nach mehreren Jahren der staatlichen Aufsicht untergeordnet wurden. Auch für die Magdeburger Strombrücke sind später in ähnlicher Weise von den Beteiligten solche Lotsen bestellt worden. Im Jahre 1859 hatte ein Schiffer an der Augustusbrücke eine Winde erbaut, mit der er gegen Entgelt die Schiffe bergwärts zog. Sie bestand bis zur Einführung der Kettenschiffahrt.

Durch die beweglichen Sandfelder änderte sich das Fahrwasser an den Brücken sehr häufig und war ohne ortskundige Führung leicht zu verfehlen. Ein lebhafter Wunsch der Schiffer ging dahin, daß die Strombehörden nicht nur an diesen, sondern an allen schlechten Stellen das Fahrwasser im Strome bezeichnen (»vermalen«) möchten. Aber bis in die siebziger Jahre hinein waren die Schiffer auf Selbsthilfe angewiesen. Das geschah, indem jedem beladenen Schiffe ein mit dem Strome vertrauter »Haupter« in einem Handkahne vorausfuhr, die Tiefen untersuchte und durch eingeschlagene Pfähle (»Mäler«) die Fahrrichtung bezeichnete. Hinter dem Schiffe fuhr in einem anderen Handkahne der »Malheber«, um die Pfähle wieder auszuziehen.

Die Zahl und die Größe der Schiffe nahm trotz dieser Schwierigkeiten und des Wettbewerbs der Eisenbahnen infolge der zum Schleppen benutzten Dampfkraft stetig zu.

Über die im Königreich Sachsen vorhandenen Schiffe liegen nähere Angaben vor: im Jahre 1832 waren 250 hölzerne Lastschiffe vorhanden mit einer durchschnittlichen Tragfähigkeit von 46,1 t, im Jahre 1866 schon 404 Schiffe von durchschnittlich 60,4 t und im Jahre 1873 nur 397 Schiffe (darunter 4 eiserne), aber mit einer durchschnittlichen Tragfähigkeit von 178,7 t. Das größte im Jahre 1832 vorhandene Schiff von 106 t Tragfähigkeit hatte 30,3 m Länge,

4,89 m Breite und 0,98 m Tauchtiefe. Auf der mittleren Elbe bei Magdeburg betrug im Jahre 1842 die durchschnittliche Tragfähigkeit etwa 60 t und die größten Schiffe von 150 t hatten etwa 44 m Länge, 4,7 bis 5 m Breite und 1,17 m Tauchtiefe. Im Jahre 1871 gab es dort schon Schiffe von 350 t, die eine Länge von 58 m, eine Breite von 7,4 m und eine Tauchtiefe von 1,24 m hatten. Dabei ist zu beachten, daß diese Tragfähigkeiten nach der damaligen amtlichen Vermessung angegeben sind, die von der wirklichen Tragfähigkeit meistens erheblich übertroffen wurde. Die Besatzung der größeren Schiffe bestand aus 6 bis 7 Mann.

Die ersten Eisenbahnen im Elbegebiet wurden eröffnet: Dresden-Leipzig 1839, Magdeburg-Leipzig 1840, Berlin-Köthen 1840, Berlin-Hamburg 1846, Berlin-Magdeburg 1846, Magdeburg-Halberstadt und Magdeburg-Wittenberge 1849. Diese letzte war die erste am Strom entlang führende Eisenbahn, während die anderen, ähnlich wie am Rhein, zunächst als Zubringer für die Schiffahrt dienten. Es ist bemerkenswert, daß diese Bahn zunächst keinen wirtschaftlichen Erfolg hatte, vielmehr erst nach 1863, nachdem sie mit der Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn vereinigt worden war.

Im allgemeinen machte sich aber der Wettbewerb der Eisenbahnen für die Schiffahrt sehr bald fühlbar. Alle wertvollen Güter gingen auf die Eisenbahn über, nicht allein wegen der Schnelligkeit und Pünktlichkeit der Lieferung, sondern auch wegen der Billigkeit; denn hochwertige Waren konnten den Normalelbzoll nicht mehr tragen. Im Jahre 1847 kostete die Beförderung von 1 t solcher Güter von Hamburg nach Magdeburg, einschließlich der Zölle, Gebühren, Versicherung, Ein- und Ausladen, in einem Segelschiff (bei 10 Mark Fracht) zusammen 29 Mark, in einem Dampfschiff (bei 12,5 Mark Fracht) 30,5 Mark, während es die Eisenbahn (einschließlich des Durchgangzolls durch Lauenburg) für 25 Mark besorgte. Es blieben also für den Wasserverkehr nur die wohlfeilen Waren übrig, die nur $^1/_{40}$ des Normalzolls zu bezahlen hatten.

Um an Schnelligkeit, Sicherheit und Pünktlichkeit den Schiffahrtbetrieb zu verbessern, wurden von leistungsfähigen Unternehmern zwischen den Haupthandelplätzen Reihefahrten eingerichtet. Zwischen Hamburg und Dresden bestanden solche seit 1822, zwischen Magdeburg und Dresden seit 1844. Die Unternehmer besorgten die Verfrachtung der Güter nach bestimmten Tarifen und in der Regel auch innerhalb gewisser Lieferfristen.

Einige Mitteilungen über zwei solche Betriebe liegen uns vor. Es wurden befördert:

im Jahre	Hamburg—Dresden						Magdeburg—Dresden				zusammen
	bergwärts			talwärts			bergwärts			talwärts Ladung	
	Schiffe	Ladung in t zusammen	Ladung in t je Schiff	Schiffe	Ladung in t zusammen	Ladung in t je Schiff	Schiffe	Ladung in t zusammen	Ladung in t je Schiff	t	t
1844	98	6 600	67,4	34	1857	54,7	88	6236	70,9	1304	15 997
1845	106	7 737	73,0	29	1809	62,4	127	7265	57,2	1474	18 285
1846	154	10 405	68,2	37	1834	49,0	160	7706	48,2	1953	21 898
1847	166	11 872	72,1	39	1731	44,4	123	7912	64,3	2117	23 632
1848	115	6 953	60,5	35	1107	31,2	113	5455	48,3	1252	14 767

Die durchschnittliche Dauer der Fahrt (ohne erhebliche Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren) war von Hamburg nach Dresden 29 bis 30 Tage, von Magdeburg nach Dresden 15 bis 16 Tage und bei der Talfahrt von Dresden nach Hamburg 10 bis 15 Tage, wobei der Aufenthalt an den Zollstellen mitgerechnet ist. Der Talverkehr war erheblich kleiner als der Bergverkehr. Dabei ist zu beachten, daß Massengüter bei diesen Reihefahrten selten befördert wurden, vielmehr in der Regel nur Stückgüter.

Diese Unternehmungen, die z. B. von dem »Elbschiffahrt-Komitee des Dresdener Handelstandes« warm empfohlen wurden, hatten etwa im Jahre 1850 einen Tarif aufgestellt, aus dem einiges mitgeteilt werden soll:

1. Zwischen Magdeburg und Dresden (oder Riesa, Meißen) wurden bei der Bergfahrt für 1 t einschließlich aller Nebenkosten bei einem Wasserstande bis zu 0,29 m unter Null am Dresdener Pegel für Güter der ersten Klasse 12,5 Mark, der zweiten 10 Mark und der dritten 7,5 Mark berechnet. Bei niedrigeren Wasserständen traten hierzu folgende Zuschläge:

Bei Wasserständen	von 0,31 bis 0,45 m	unter Null:	2,5	Mark
»	» 0,47 » 0,60 m	» »	4,5	»
»	» 0,78 » 0,92 m	» »	10,0	»
»	» 0,94 » 1,07 m	» »	12,5	»
»	» 1,10 m und mehr	» »	15,0	»

Güter, die von Stettin kamen, hatten von Magdeburg ab nur 10 Mark in der ersten und 7,5 Mark in den beiden anderen Klassen zu zahlen.

Für die Talfahrt von Dresden nach Magdeburg wurden die Sätze um je 4,5 Mark für die Tonne ermäßigt. Ferner bestand noch ein fester Satz für die Linie Dresden-Halle von 20 Mark.

2. Zwischen Hamburg und Dresden (oder Riesa, Meißen) war für die Bergfahrt der Normalsatz 20 Mark; doch wurde er für wenig wertvolle Güter um 2 Mark, ausnahmsweise um 4 Mark ermäßigt. Für die Talfahrt war der Normalsatz 18 Mark, der unter Umständen bis auf 12 Mark herabgesetzt wurde.

3. Oberhalb Dresden wurden bei der Bergfahrt bis Tetschen ohne Zölle 8 Mark und nach Prag einschließlich der österreichischen Elbe- und Moldauzölle etwa 32 Mark berechnet.

4. Von Dresden nach den östlichen Wasserstraßen wurden bei der Talfahrt bis Berlin 17 Mark, bis Goyatz (am Schwielochsee im Spreegebiet, für Kottbus) 29,5 Mark, bis Frankfurt a. O. 25 Mark, bis Stettin 25 Mark, bis Posen 35 Mark, bis Breslau 37 Mark, bis Danzig 48 Mark, bis Königsberg i. Pr. 48 Mark und bis Warschau 60 Mark berechnet.

5. Von Stettin bis Magdeburg betrug die Fracht 10 Mark mit Ausnahme von Kreide, für die nur 8,4 Mark berechnet wurden.

Für Steinkohlen u. dgl. galt dieser Tarif nicht.

Einen großen Aufschwung nahm die Elbschiffahrt durch die Einführung der Kettenschiffahrt. Der Ursprung dieser Erfindung ist in der Warpschiffahrt zu suchen, die auf der Elbe (S. 54) und anderen Strömen zeitweilig ausgeübt wurde. Zum Einholen des Zugseils vom Schiffe aus benutzte man später Dampfwinden, z. B. 1822 auf der Rhone zwischen Lyon und Givors, sowie in Rußland (S. 76) an Stelle der bis dahin verwendeten Pferde. Von durchschlagender Bedeutung war die Erfindung von E. de Rigny, der 1825 auf einer Strecke der Seine zwischen Paris und Rouen zuerst eine durchlaufende, auf dem Flußboden liegende Kette einführte. Im Jahre 1854 wurde auf der oberen Seine die erste Kettenschiffahrt in Betrieb gesetzt.

Da diese Einrichtung sich bewährte, beschloß die Vereinigte Hamburg-Magdeburger Dampfschiffahrt-Kompagnie im Jahre 1863, einen Versuch damit in der Stromelbe bei Magdeburg zu machen, wo an der im Jahre 1862 neu

erbauten Strombrücke (S. 48) ein starkes und für die Schiffahrt hinderliches Gefälle vorhanden war[1]). Das erste Kettenschiff wurde 1866 auf der 5 km langen Strecke von Buckau bis Magdeburg-Neustadt in Betrieb gesetzt und der Erfolg war so gut, daß man sofort daran ging, auf der unterhalb anschließenden Stromstrecke eine Kette zu verlegen. Im Jahre 1868 reichte sie bis Ferchland, 1872 bis Wittenberge und 1874 bis Hamburg. Gleichzeitig wurde auf Betreiben von Bellingrath im Jahre 1869 in Dresden die »Ketten-Schleppschiffahrt-Gesellschaft der Oberelbe« gegründet, die in demselben Jahre den Kettenbetrieb auf der 44 km langen Strecke von Dresden bis Merschwitz und im Jahre 1870 auf der 56 km langen Strecke von Dresden bis zur böhmischen Grenze und von Merschwitz bis zur preußischen Grenze einführte. Im folgenden Jahre wurde das fehlende Verbindungstück von Buckau bis zur preußisch-sächsischen Grenze in einer Länge von 205 km verlegt. In Böhmen richtete die Prager Dampf- und Segelschiffahrtgesellschaft im Jahre 1872 den Kettenbetrieb von der deutschen Grenze bis Aussig ein. (Im Jahre 1886 wurde die Kette weiter hinauf bis Melnik verlegt.)

Nach der Einführung der Kettenschiffahrt mit etwa 30 Kettenschiffen änderte sich der Schiffahrtbetrieb vollständig, weil jetzt jedem Schiffer die Möglichkeit gegeben war, sich nach einem, von den staatlichen Behörden geprüften und genehmigten Tarif schleppen zu lassen. Vorher reichten, wie oben erwähnt, die wenigen auf der Elbe vorhandenen Dampfschiffe mit den verhältnismäßig schwachen Maschinen dazu bei weitem nicht aus. Eine weitere Folge war die schnelle Vergrößerung der Schiffe (weil die durch die frühere Treidelei gesteckte Grenze geschwunden war) und, damit zusammenhängend, eine Verminderung der Selbstkosten des Betriebs, wodurch man wieder im Wettbewerb mit den Eisenbahnen gestärkt wurde. Auch an den Kosten der Mannschaft konnte trotz der größer gewordenen Schiffe gespart werden: Da die Segel nur noch selten benutzt wurden, wurde die Besatzung von 7 bis 8 Mann auf 3 herabgesetzt. Durch die Beschleunigung der Fahrt wurde die Zahl der jährlichen Reisen vermehrt: Während der Schiffer früher nur 2 bis 3 große Reisen machte, wurden jetzt deren 6 bis 8 ausgeführt.

Die Frachtsätze fielen merklich: Während für 1 t wertvoller Waren von Hamburg nach Dresden im Jahre 1850 etwa 20 Mark gezahlt wurden, war die Fracht 1871 im Durchschnitt auf 14,75 Mark gesunken und nach Legung der Kette bis Hamburg fiel sie 1875 auf 11,40 Mark. Außerdem konnte sich unter diesen Umständen ein großer Verkehr von wohlfeilen Massengütern entwickeln.

Über den Güterverkehr auf dem Strome liegen vom Elbzollamt in Wittenberge nähere Nachrichten vor. Es gingen dort durch, an Schiffen und Gütern in Tausend Tonnen:

---

1) Bellingrath und Dieckhoff, Die Fortbewegung der Schiffe im Gebiet der Elbe und Oder. Bericht zum 5. internationalen Binnenschiffahrt-Kongreß in Paris 1892. — Schanz, Die Kettenschleppschiffahrt auf dem Main. Bamberg 1893.

Jahr	Bergverkehr		Talverkehr		Zusammen Güter Tausend t
	Schiffe	Güter Tausend t	Schiffe	Güter Tausend t	
1818	—	—	—	—	125,0
1821	1604	—	1764	—	—
1838	2533	62,0	2857	146,1	208,1
1841	—	148,9	—	232,8	381,7
1844	3232	165,4	3541	202,7	368,1
1847	—	256,8	—	151,5	408,3
1854	2788	264,0	2935	228,0	492,0
1858	4526	412,4	4497	150,9	563,3
1861	3667	338,2	3650	293,0	631,2
1864	4200	346,3	—	338,8	—
1867	4094	350,3	4086	338,8	689,1
1869	5036	418,1	4976	—	806,9

Ob diese Zahlen zuverlässig sind, sei dahingestellt. Nach anderer Quelle sind z. B. im Jahre 1864 dort bergwärts 270,9 und talwärts 237,6, zusammen 508,5 Tausend t Güter abgefertigt worden. Dabei war der Schiffverkehr: bergwärts 3406 beladene, 56 leere Lastschiffe und 10 beladene, 212 leere Dampfer; talwärts 2960 beladene, 553 leere Lastschiffe und 7 beladene, 211 leere Dampfer. (Auf jedes beladene Lastschiff würden etwa 80 t entfallen.) Bei den Zahlen in der Tafel ist anscheinend das Holz mitberücksichtigt worden.

Über die österreichische Grenze gingen im ganzen (berg- und talwärts) im Jahre 1845: 143,8, i. J. 1850: 176,7, i. J. 1855: 301,0, i. J. 1860: 437,2, i. J. 1865: 401,1 und i. J. 1870: 566,6 Tausend t. Dabei ist das Floßholz mitberechnet. Die Zahl der über die Grenze verkehrenden Schiffe war 1855: 6383, i. J. 1860: 8187, i. J. 1865: 5218 und i. J. 1870: 5001. Die Zahl der Schiffe nahm dort mit wachsendem Güterverkehr ab, weil sie größer wurden. (Die Zahl der Flöße nahm unerheblich zu: etwa von 1100 auf 1300.)

An der Hamburger Grenze ist folgender Verkehr angeschrieben worden:

Es betrug:	die Zufuhr (talwärts)	die Abfuhr (bergwärts)	zusammen
Im Durchschnitt der Jahre 1851—1860	270,6	212,9	483,5 Tausend t
» » » » 1861—1870	337,9	322,1	660,0 Tausend t.

Mit dem Ausbau des Fahrwassers ging man nach dem Abschluß der Schiffahrtsakte von 1821 anfangs langsam vor. In Sachsen fing man 1822 mit größeren Bauten (Parallelwerken) bei Niedermuschütz unterhalb Meißen an und in Preußen wurden seit 1824 zusammenhängende Gruppen von Buhnen in der Strecke oberhalb der Havelmündung und seit 1835 auch unterhalb ausgeführt. Außerdem wurde ein Teil der alten Stromarme (auch unterhalb der Havel) abgeschlossen. In der hannöverschen Strecke blieb nach wie vor der Uferschutz durch Buhnen und Deckwerke den Anliegern überlassen.

Bei der ersten gemeinschaftlichen Befahrung des Stromes durch die Wasserbaubeamten der Uferstaaten im Jahre 1842 wurden allgemeine Grundsätze für den Ausbau der Elbe aufgestellt, die bei späteren Zusammenkünften angemessen ergänzt und erweitert wurden.

Über die anzustrebende geringste Fahrwassertiefe einigte man sich, als bei der Befahrung im Jahre 1842 ein außergewöhnlich niedriger Wasserstand eingetreten war, dahin, daß bei einem um 0,16 m höheren Wasserstande künftig überall eine Wassertiefe von 0,94 m vorhanden sein sollte. Im Jahre 1869 gab man diesen Grundsatz auf und verlangte bei dem jeweilig eintretenden niedrigsten Wasserstande überall eine geringste Fahrwassertiefe von 0,94 m. Ferner wurden für den Ausbau und die Einschränkung des Stromes auch Normalbreiten bei gewöhnlichem Wasserstande festgesetzt: In der sächsischen Strecke 113 m, von der sächsischen Grenze bis zur Schwarzen Elster 131 m, bis zur anhaltischen Grenze 151 m, bis zur Havel 188 m, bis Wittenberge 245 m, bis zum Aland 264 m, bis zur Elde 282 m und bis zur Jeetzel 335 m. Später sind diese Maße zum Teil verringert worden.

Die Bauten wurden seit 1842 von allen Uferstaaten aufgenommen, am kräftigsten in Sachsen und Preußen. In Sachsen waren bis zum Jahre 1860 bereits mehr als 13 km Einschränkungsdämme (Parallelwerke) ausgeführt worden. 1846 wurde der erste Dampfbagger[1]) beschafft, dem bis zum Jahre 1861 noch 3 andere folgten. Von diesem Jahre an wurde an der Durchführung des vollständigen Regulierungsplans gearbeitet, der vom Wasserbaudirektor Lohse aufgestellt war, und es wurden bis 1872 etwa 58 km Parallelwerke gebaut. Dadurch erreichte man an vielen Stellen des Stromes eine merkliche (wenn auch zum Teil nur vorübergehende) Vertiefung der Fahrrinne.

In Preußen wurde der Bau von kräftigen, widerstandfähigen Buhnen am ganzen Strome fortgesetzt. Ferner wurden große Durchstiche bei Elsnig (1850), bei Mühlberg (1854) und bei Gallin (1868) ausgeführt. (Hierzu kam später, 1873, noch der Döbeltitzer Durchstich; durch diese 4 Anlagen wurde der Stromlauf um 41,7 km verkürzt.)

Um für Preußen eine einheitliche Behandlung des Stromes zu erreichen, wurde im Jahre 1866 in Magdeburg die Elbstrom-Bauverwaltung errichtet. Diese Einrichtung hat sich vortrefflich bewährt, namentlich nachdem die hannöversche und lauenburgische (früher dänische) Uferstrecke zu Preußen gekommen waren. Der erste Strombaudirektor war Kozlowski, der sich um die Verbesserung des Elbstroms sehr verdient gemacht hat. (Die dankbare Schiffahrt hat ihm im Jahre 1900 in Magdeburg am Ufer des Stromes ein Denkmal errichtet.) Der von ihm aufgestellte Regulierungsentwurf ist für lange Zeit maßgebend geblieben und hat sich im allgemeinen bewährt.

---

1) Der erste Dampfbagger überhaupt wurde 1802 in Hull gebaut. In Deutschland soll Schichau in Elbing 1841 den ersten Dampfbagger hergestellt haben.

In diesen beiden Staaten wurde viel zur Beseitigung der vielen Steine und Baumstämme im Fahrwasser getan und außerdem eine große Zahl von Schiffmühlen, die den Verkehr sehr behinderten, meistens durch Ankauf entfernt.

Seit 1843 hatte man auch in der hannöverschen Strecke mit dem Bau von Buhnen und Sperrdämmen auf Staatskosten begonnen; aber erst unter preußischer Herrschaft wurden die Arbeiten kräftig gefördert.

In Böhmen wurden bereits 1776 und 1777 einige Verbesserungen an der Elbe vorgenommen, aber keine dauernden Erfolge erreicht. Nach Abschluß der Additionalakte begann man ernstlich mit den Arbeiten, indem 1850 der Bau eines Leinpfads (Treppelweg, Hufschlag) angefangen wurde. Die noch vorhandenen Wehre bei Berkowitz, Raudnitz und Leitmeritz wurden in der Zeit von 1855 bis 1861 so weit beseitigt, daß sie für die Schiffahrt kein erhebliches Hindernis mehr waren. Auch wurde der Anfang mit Hafenbauten gemacht: 1856 bei Rosawitz und Lobositz, 1864 bei Außig.

An der **Saale** wurde in den Jahren 1816 bis 1822 die bis dahin noch nicht schiffbare Strecke zwischen Halle und Weißenfels durch den Bau der Schleusen bei Halle, Böllberg, Plauena, Meuschau, Merseburg, Dürrenberg und Weißenfels fahrbar gemacht, so daß man von der Elbe bis nach Artern an der Unstrut gelangen konnte (S. 49). Am wichtigsten war die Strecke unterhalb Halle bis zur Elbe bei Barby (105 km). Die dort vorhandenen 7 Schleusen waren neben älteren Mühlen erbaut, deren Stau keineswegs genügte, um überall eine ausreichende Wassertiefe zu sichern. Zwischen den Schleusen lagen Gefällstrecken, die bei niedrigen Wasserständen viele seichte und außerdem stark gekrümmte und gefährliche Stellen hatten. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts wurden sie mittels Durchstichen, Buhnen und Baggerungen etwas verbessert, und es entwickelte sich in den fünfziger Jahren ein ziemlich reger Verkehr.

Die Fahrwassertiefe war bei mittlerem Sommerwasserstande etwa 0,78 m. Die durchschnittliche Tragfähigkeit der Schiffe betrug etwa 125 t; doch verkehrten auch Schiffe von 250 t. In den sechziger Jahren ging der Verkehr stark zurück, weil der Wettbewerb der Eisenbahn nicht überwunden werden konnte. (Die Schleuse Kalbe wurde im Jahre 1864 von 2408 beladenen und 687 leeren Schiffen durchfahren.)

Auf den **Märkischen Wasserstraßen** zwischen Elbe und Oder, mit dem Mittelpunkt Berlin, hat sich die Binnenschiffahrt seit dem Anfang des 19. Jahrhunderts gut fortentwickelt. Nach den Freiheitskriegen hob sich der Handel schnell, besonders infolge der weisen Zollgesetzgebung. Nachdem der König schon im Jahre 1805 die Aufhebung der Binnenzölle und die Ermäßigung der Abgaben auf den märkischen Kanälen angeordnet hatte, brachte das Zollgesetz von 1818 große allgemeine Verbesserungen, indem an Stelle der Binnenzölle eine klare und bestimmte Grenzzolleinrichtung trat[1]).

Alle kommunalen und Privatzölle an Havel, Spree, Oder, Warthe und Netze sowie 28 staatliche Wasserzölle bei Zehdenick, Liebenwalde, Oranienburg, Spandau, Potsdam, Brandenburg, Plaue, Rathenow, Havelberg—Beeskow, Fürstenwalde, Köpenick, Berlin—Krossen, Aurith, Frankfurt, Küstrin, Hohensaathen, Schwedt, Graz, Stettin—Driesen, Landsberg sowie Uckermünde, Parey und Neuruppin wurden aufgehoben.

---

1) Schumacher, H., Zur Frage der Binnenschiffahrtabgaben. Berlin 1901.

Die Schleusen- und Kanalabgaben wurden nicht aufgehoben, sondern in ein »Schiffgefäßgeld« verwandelt, das von dem Schiffe und nicht von der Ladung erhoben wurde. Der Ertrag aus diesen Abgaben sollte nach der Vorschrift von 1810 zur Unterhaltung der Bauwerke verwendet werden.

Die Schiffahrt auf der unteren Havelwasserstraße im Berlin—Hamburger Verkehr ist für Berlin von der größten Bedeutung. Mit der oben (S. 51) erwähnten Aufhebung der Schiffergilde war die Kaufmannschaft anfangs nicht zufrieden und glaubte auf einen Schifferverband nicht verzichten zu können. Sie gründete im Jahre 1822 mit etwa 80 Schiffern einen Verein »Die Berliner Elbschiffahrt- und Assekuranz-Gesellschaft«, der gleichzeitig die Versicherung der Güter übernahm und unter der Leitung eines Ausschusses der Kaufmannschaft in Berlin und eines Bevollmächtigten in Hamburg stand. Jeder Schiffer wurde vor der Aufnahme auf seine Fähigkeit, Zuverlässigkeit und sein Vermögen geprüft und mußte eine Bürgschaft von 2850 Mark hinterlegen. Diese Einrichtung bewährte sich und Ende der dreißiger Jahre wurden jährlich damit 34000 bis 36000 t Güter zu Wasser nach Hamburg und etwa ebensoviele zurück befördert. Der Verkehr wäre noch größer gewesen, wenn nicht der drückende Elbzoll und der durch dessen Erhebung in Wittenberge verursachte lange Aufenthalt hemmend gewirkt hätten. So kam es, daß nach dem Jahre 1838, als die neue Kunststraße von Berlin nach Hamburg fertig war, viele Waren auf diesen Weg übergingen. Es wurden dreimal in der Woche Eilfuhren eingerichtet [1]). Durch die Einführung der Schleppschiffahrt auf der Elbe stieg der Wasserverkehr aber dauernd weiter bis zur Eröffnung der Berlin—Hamburger Eisenbahn im Dezember 1846. Die Wirkung war eine gewaltige: Während der Schiffahrtverkehr mit Stückgütern in der Zeit vom 1. Januar bis 30. September 1846 noch 53000 t betragen hatte, fiel er in demselben Zeitraum des Jahres 1847 auf 20300 t, ging also um mehr als die Hälfte zurück. Die Schiffergesellschaft (die »Assekuranzschiffer«) suchte anfänglich den Wettbewerb durch Herabsetzung der Frachten aufzunehmen. Im Jahre 1846 betrug die Wasserfracht für eine Tonne wertvoller Güter (Wolle, Baumwolle, Leinwand, Kaffee, Reis, Zucker, Farbhölzer u. dgl.) von Hamburg nach Berlin 28,5 bis 39 Mark im Segelschiffe und 30,5 bis 39 Mark im geschleppten Schiffe, einschließlich der Zölle, Schleusen- und Krangebühren. Da die Eisenbahnfracht für diese Strecke nur 28 Mark betrug, mußten die Schiffe ihre Forderung um 4 bis 7 Mark herabsetzen, sodaß sie kaum bestehen konnten. Trotzdem ließ sich nicht verhindern, daß die wertvollen Güter auf das neue Verkehrsmittel übergingen. Am Anfang der fünfziger Jahre konnte sich der Schifferverband nicht mehr halten. Dann entstand in Hamburg die oben (S. 119) erwähnte Norddeutsche Flußdampfschiffahrtgesellschaft, die den Verkehr zwischen Berlin und Hamburg besorgte. Zu er-

1) Beiträge zur Geschichte des Berliner Handels und Gewerbefleißes aus der ältesten Zeit bis auf unsere Tage. Festschrift zur Feier des fünfzigjährigen Bestehens der Berliner Kaufmannschaft am 2. März 1870.

wähnen bleibt, daß vor Erbauung der Hamburger Eisenbahn im Jahre 1842 die Preußische Seehandlung eine Dampfschiffahrtverbindung zwischen beiden Städten einrichtete, die vorwiegend dem Personenverkehr diente und viel benutzt wurde. Die Fahrt dauerte zu Berg 3 Tage, zu Tal 2 Tage. Im Jahre 1846 sollen 6000 Personen talwärts und 3500 bergwärts befördert worden sein. Mit Eröffnung der Eisenbahn hörte der Betrieb auf.

Das Fahrwasser der unteren Havel befand sich damals noch im natürlichen, sehr verwilderten Zustande: Der Strom ging in vielen Armen, war stark gekrümmt und an einzelnen Stellen so versandet, daß bei niedrigen Wasserständen nur eine Tiefe von 0,78 m vorhanden war. Für die Vorflut wurden einige Anlagen gemacht, die zugleich der Schiffahrt förderlich waren, wie die Beseitigung von 106 Fischwehren (1837 bis 1842) und die Verlegung der Havelmündung (1832 bis 1836). Auch wurde die Stadtschleuse in Rathenow in Stein neu gebaut und 71,5 m lang, 8,6 m breit gemacht. Hin und wieder wurden Baggerungen ausgeführt und einige Buhnen angelegt.

In den Jahren 1866 bis 1872 wurden auf dem linken Havelufer oberhalb Brandenburg die Emster-Gewässer auf 15 km Länge bis Lehnin (ohne Schleusen) von einer Aktiengesellschaft (Ziegeleibesitzer) schiffbar gemacht, die das Recht auf Abgabenerhebung erhielt.

Über den Verkehr geben die Anschreibungen des Zollamts Wittenberge Auskunft, wo die von und nach der Havel bestimmten Schiffe und Güter besonders vermerkt wurden.

Havelverkehr bei Havelberg.

Jahr	Bergverkehr		Talverkehr		Zusammen Güter Tausend t
	Schiffe	Güter Tausend t	Schiffe	Güter Tausend t	
1824	—	30,0	—	46,2	76,2
1838	1124	55,0	1248	50,9	105,9
1844	1417	60,2	1595	98,9	159,1
1846	1504	67,9	1867	56,2	124,1
1854	1054	86,3	1198	154,8	241,1
1858	1318	100,4	1409	92,4	192,8
1861	1371	135,9	1152	123,5	259,4
1864	1953	164,0	—	—	—
1867	1674	139,5	—	145,4	284,9
1869	2040	161,5	2018	149,7	311,2

Über den Schiffsverkehr an den Schleusen gibt die nachstehende Tafel Aufschluß. Dabei ist zu bemerken, daß die Zahlen von 1847 bis 1860 zu klein sind, weil die Schiffe, welche die Abgaben vorher (für mehrere Schleusen zusammen) entrichtet hatten, nicht mitgezählt sind.

Zahl der geschleusten Schiffe.

Jahr	Schleuse Rathenow		Schleuse Brandenburg	
1800	1905		4 217	
1805	1266		5 344	
1815	1364		4 411	
1837	3908		7 934	
1844	4705		11 163	
1850	3265		8 061	
1855	3908		9 599	
1860	4361		13 087	
	bergwärts	talwärts	bergwärts	talwärts
1865	2824	2873	8375	7954
1869	3063	3043	7493	7294
1870	2397	2377	6532	6247
1871	2597	2577	6803	6323

Man erkennt aus den Zahlen für Rathenow den Rückgang des Verkehrs mit Hamburg 1805 und 1815 infolge der Kriege, den Aufschwung der Schiffahrt bis 1844, den Rückgang infolge der Eisenbahn, den erfolgreichen Wettbewerb seit Ende der fünfziger Jahre und schließlich 1870/71 wieder einen Rückgang infolge des Krieges. Die Zunahme des Verkehrs seit etwa 1860 ist noch größer, als die Zahl der Schiffe es angibt, weil deren Größe damals erheblich wuchs. Von den talwärts gehenden Schiffen waren in Rathenow etwa 0,35 und in Brandenburg etwa 0,5 unbeladen, weil der Güterverkehr sich vorwiegend bergwärts bewegte.

Bei dem Bergverkehr von Hamburg nach Havelberg ist die Beförderung englischer Steinkohlen bemerkenswert, die von 616 t im Jahre 1818 sich stetig bis auf 155426 t im Jahre 1869 vermehrt hat[1]).

Die große Zahl der durch Brandenburg gegangenen Schiffe ist durch den lebhaften Verkehr des unterhalb einmündenden Plauer Kanals (Magdeburger Verkehr) hervorgerufen und außerdem durch den Verkehr mit Ziegelsteinen aus den Ziegeleien zwischen Rathenow und Brandenburg.

Die obere Havelwasserstraße wurde in diesem Zeitraum im Anschluß an die mecklenburgischen Wasserstraßen erheblich verbessert. Dort hatte sich im Jahre 1831 eine Aktiengesellschaft gebildet, die den großen Müritzsee mit dem nördlichsten Endpunkt der preußischen oberen Havelwasserstraße bei Fürstenberg i. M. in Verbindung brachte.

Die 51 km lange Wasserstraße verläßt den Müritzsee am östlichen Ufer bei der Boltermühle und fällt in drei Haltungen (Bolterschleuse, Diemitzschleuse, Kanowschleuse und Strasenschleuse), die durch Seen- und kurze Verbindungskanäle gebildet werden, bei Priepert in die obere Havel (»Siggelhavel«), deren Mühlenstaue bei Steinhavel und Fürstenberg durch zwei weitere Kammerschleusen überwunden werden, die alle ungefähr in den Abmessungen der Finowkanal-Schleusen erbaut wurden. Die Arbeiten wurden im Jahre 1836 fertig gestellt. In den Jahren 1840 bis 1843 wurde im Anschluß an diese Wasserstraße der bei Priepert nördlich ein-

1) Liman, Die Entwicklung des Verkehrs auf den schiffbaren Gewässern des Regierungsbezirks Potsdam einschl. Berlin. 1873.

mündende 24 km lange Kammerkanal hergestellt, der zum Teil gleichfalls in den oberen Havelseen liegt und mit 2 Schleusen nach Neu-Strelitz ansteigt. (In den Jahren 1889 bis 1894 wurden diese Wasserstraßen verbessert.) Vom westlichen Ufer des Müritzsees stellte die Gesellschaft im gleichen Zeitraum eine schiffbare Verbindung mit dem Plauer See her. Von da baute sie den Fahrenhorstkanal (2 Schleusen), machte die Elde schiffbar bis Eldenschleuse (5 Schleusen), stellte den Friedrich-Franz-Kanal (2 Schleusen) her, machte wieder die Elde schiffbar bis Grabow (4 Schleusen) und erreichte durch den Kanal von Alt-Fresenbrügge nach Güritz (2 Schleusen) schließlich Eldena, von wo schon im 16. Jahrhundert der Fluß bis zur Elbe bei Dömitz notdürftig schiffbar gemacht war (S. 34). In dieser unteren Strecke baute die Aktiengesellschaft die nötigen Kammerschleusen unter Einfügung einer neuen Haltung (Malliß) und verbesserte das Fahrwasser. Alle diese Arbeiten waren in der Hauptsache bis 1869, die letzten Verbesserungen bis 1873 fertig. Die ganze Eldewasserstraße von der Elbe bis zum Plauer See ist 134 km lang und hat 19 Kammerschleusen. (Die Strecke von Dömitz bis Parchim ist später, im Jahre 1884, verbessert und für den Verkehr von Finowschiffen hergerichtet worden.) Der von Eldenschleuse nördlich zum Schweriner See führende 20 km lange Störkanal (2 Schleusen) ist etwa im Jahre 1830 angelegt worden.

Diese beschriebenen Wasserstaßen, die 1858 von den mecklenburgischen Regierungen übernommen wurden, haben niemals einen bedeutenden Verkehr gehabt. Vor der Entwicklung der Eisenbahnen befanden sie sich in einem ziemlich dürftigen Zustande und auch nach den Verbesserungen am Ende des 19. Jahrhunderts waren ihre Abmessungen nicht genügend, um im Durchgangverkehr mit den Eisenbahnen in einen erfolgreichen Wettbewerb zu treten. Für den Ortsverkehr werden sie aber immer einen Wert behalten.

Im Anschluß an die mecklenburgische obere Havelwasserstraße wurde die preußische Strecke der oberen Havel von Fürstenberg i. M. abwärts in den Jahren 1866 bis 1868 durch Aufstau verbessert, indem die Regowschleuse, die Zaarenschleuse und eine Zahl von Durchstichen angelegt wurden, die zusammen mit den vorhandenen Schleusen Bredereiche und Zehdenick (seit 1819) ein ziemlich ausreichendes Fahrwasser bis Liebenwalde schafften. Von hier, wo auf dem linken Ufer der Finowkanal (S. 42) einmündet, wurden bis Spandau zur Erleichterung des sehr lebhaften Verkehrs nach Stettin eine Reihe größerer Bauten ausgeführt, indem der Staat zur Umgehung der stark gekrümmten seichten Havel zwei Seitenkanäle anlegte: Der Malzer Kanal wurde 1828 von Liebenwalde zunächst bis Malz geführt und 1836 bis Friedrichstal verlängert. Er ist 13,5 km lang und hat eine Schleuse bis Malz. In den Jahren 1832 bis 1837 wurde der 10,1 km lange Oranienburger Kanal gebaut, der mit der Schleuse Sachsenhausen (Oranienburg) aus der Havel abzweigt und unterhalb der Schleuse Pinnow sie wieder erreicht.

Anschreibungen über den Güterverkehr auf der oberen Havelwasserstraße und dem Finowkanal liegen nicht vor; aber über den Schiffsverkehr an den Schleusen sind Aufzeichnungen vorhanden, die aber (wie schon bemerkt) zum Teil zu niedrige Zahlen enthalten.

Man erkennt bei Zehdenick, wie in den vierziger Jahren infolge der Eisenbahnen (und auch der Kunststraßen) der Verkehr abnimmt und wegen des mangelhaften Zustandes der Wasserstraße auch in späterer Zeit nur sehr langsam zunimmt. Dagegen lehren die Zahlen von Eberswalde, daß der Finowkanal wegen des guten Fahrwassers in dem Wettbewerb mit den Eisenbahnen nicht unterlegen ist; denn sein Verkehr ist stetig gewachsen.

Die starke Abnahme in dem Schiffsverkehr bei Spandau vom Jahre 1846 zum Jahre 1854 ist nicht nur auf die Eisenbahnen, sondern vorzüglich auf den Bau des Spandauer Kanals zurückzuführen, der die Wasserstraße der oberen Havel und die Havel-Oder-Wasserstraße unmittelbar mit Berlin verbindet (Schleuse Plötzensee). Der Verkehr auf dieser neuen Linie läßt sich aus der nachstehenden Tafel übersehen.

Zahl der geschleusten Schiffe.

Jahr	Zehdenick	Eberswalde	Spandau
1800	1139	—	10 686
1804	—	5 217	—
1805	1726	5 938	11 844
1815	2877	—	14 547
1820	—	9 297	—
1837	3562	—	20 526
1841	4435	12 044	24 751
1846	3379	15 891	29 606
1854	1463	16 599	19 294
1860	1502	17 051	11 469
1865	1314	—	12 033
1869	1776	17 639	11 192
1870	1746	16 475	9 915
1872	—	19 008	—

Zahl der geschleusten Schiffe.

Jahr	Schleuse Plötzensee					Schleuse Pinnow				
	bergwärts		talwärts [1])		zu-	bergwärts		talwärts		zu-
	beladen	leer	beladen	leer	sammen	beladen	leer	beladen	leer	sammen
1860	138	4391	11 493	26	16 048	—	—	—	—	—
1866	864	3263	11 032	43	15 202	2881	10 394	14 143	103	27 521
1869	1292	4346	10 956	51	16 645	2711	11 414	14 864	53	29 042
1870	884	3798	10 485	35	15 202	2048	10 805	13 474	43	26 370
1871	1025	4319	11 920	28	17 292	2108	10 016	12 190	33	24 347

Auf der Spree-Oder-Wasserstraße von Berlin durch den Friedrich-Wilhelm-Kanal (S. 39) hat sich in diesem Zeitraum die Schiffahrt nicht so gut entwickelt wie auf der Havel-Oder-Wasserstraße und dem Finowkanal. Der Wettbewerb mit den Eisenbahnen war nicht erfolgreich, weil namentlich das Fahrwasser in der Spree und in der Oder zu schlecht war und die Tragfähigkeit der Schiffe nicht ausgenutzt werden konnte. Die im Jahre 1835 von Berliner Kaufleuten für den Verkehr mit Breslau gegründete »Oderschiffahrt- und Assekuranzgesellschaft« mit 80 Schiffen ist nach der Eröffnung der Eisenbahn (1846) wieder eingegangen.

Die an der Spree an vielen Stellen bis hinauf nach Goyatz (am südlichen Ende des Schwielochsees) und bis Leibsch ausgeführten Arbeiten zur Verbesserung des Fahrwassers blieben ohne Erfolg.

Über den Schiffsverkehr an den Schleusen Fürstenwalde und Brieskow liegen einige Anschreibungen vor: In Brieskow sind im Durchschnitt von 1791 bis 1822 jährlich 6232 Schiffe geschleust worden. Deren Zahl betrug für 1837: 8337, für 1841: 7639, für 1844: 7381

1) d. h. nach Berlin.

und für 1846: 6980. Also schon vor Eröffnung der Eisenbahn ging der Verkehr zurück. Die Schiffahrt von Schlesien (besonders auch mit Kohlen) zog den besseren Weg durch den Finowkanal vor. Für Fürstenwalde sind nachstehend einige Angaben seit 1855 zusammengestellt. Auch da zeigt sich seit 1865 ein Rückgang des Verkehrs.

Zahl der geschleusten Schiffe.

Jahr	bergwärts		talwärts		zusammen
	beladen	leer	beladen	leer	
1855	2638	1084	2818	375	6897
1860	2411	1699	2957	851	7918
1865	2392	1656	3104	885	8037
1868	2012	1057	2471	621	6161
1869	1899	1029	2638	648	6214
1870	1479	1100	2310	613	5502
1871	1439	1206	2184	401	5230

In Goyatz sind im Jahre 1864 noch 260 beladene Schiffe eingetroffen. Von dort wurden die Güter durch eine Pferdeeisenbahn nach Kottbus geschafft.

Die Storkower Gewässer im Gebiet der Spree wurden in der Zeit von 1825 bis 1828 und von 1862 bis 1865 ausgebaut und mit 3 Kammerschleusen versehen. Die 33 km lange Wasserstraße reicht von der Dahme bis zum großen Scharmützelsee. Ein anderer Nebenfluß der Dahme, die Notte (vgl. S. 35), war im Jahre 1818 mit 3 neuen Schleusen versehen worden und wurde später (1856 bis 1864) von einer Meliorationsgenossenschaft gerade gelegt, wobei die Schleusen wieder erneuert werden mußten. Sie erhielten 43,1 m Länge und 5,3 m Breite. Auch einige neue Entwässerungsgräben wurden dabei schiffbar gemacht. Im Rhingebiet wurde von einem Torfgräbereibesitzer der Fehrbelliner Kanal mit der Schleuse Hakenberg angelegt (1866).

Die Berliner Wasserstraßen hatten in dieser Zeit einen stetig wachsenden Verkehr, der auch nach der Eröffnung der Eisenbahnen nach Frankfurt (1842) und nach Stettin (1843) sich nicht merklich verminderte. Da dieser auf dem Wege durch die Stadt von der einzigen dort befindlichen Schleuse (vgl. Abb. 5, S. 39) nicht bewältigt werden konnte, wurde in der Zeit von 1845 bis 1850 der 10,6 km lange Landwehrkanal an Stelle eines bestehenden Vorflutgrabens gebaut und mit 2 Schleusen (jetzt 50,2 m lang und 7,5 m breit) versehen. 1852 wurde der 2,2 km lange Luisenstädtische Kanal als Seitenkanal dazu mit gleichfalls 2 Schleusen (nur 5,65 m breit) angelegt.

Der lebhafte Verkehr von Berlin zum Finowkanal gab ferner Veranlassung, in den Jahren 1848 bis 1850 den Spandauer Kanal herzustellen, der von der Spree mit Umgehung der Stadt Spandau durch den Tegeler See zur oberen Havel führt. Er war 12,1 km lang und hatte bei Plötzensee eine Schleuse von 47,5 m Länge und 6 m Breite. (Später wurde dort noch eine zweite Kammer von 43,5 m Länge und 7,5 m Breite gebaut und [1872] der Kanal durch den sogenannten »Verbindungskanal« von 3 km Länge auf näherem Wege mit dem unteren Ende des Landwehrkanals verbunden, um die Spree zu entlasten.) Im Jahre 1861 wurde die Berliner Stadtschleuse neu in Stein erbaut (50,2 m lang, 7,5 m breit).

Über den Wasserverkehr von Berlin sind seit dem Jahre 1840 genaue Nachrichten vorhanden. Im Jahre 1839 ordnete der Generaldirektor der Kgl. Steuern eine Anschreibung des Verkehrs an den beiden Wassertoren der Stadt, am Oberbaum und am Unterbaum an. Zu dem ersteren trat seit 1850 noch der Verkehr an der oberen, zu dem letzteren der an der unteren Schleuse des Landwehrkanals. Seit 1859 ist zu dem letzteren Verkehr noch der durch die Schleuse Plötzensee des Spandauer Kanals hinzugefügt worden. (In den Tafeln nicht unterschieden.)

Schiffsverkehr am Oberbaum.

Jahr (Durchschnitt)	angekommen		abgegangen		durchgefahren		Gesamter Schiffsverkehr		
	beladen	leer	beladen	leer	beladen	leer	beladen	leer	zusammen
1840—1849	7 758	263	1 212	6 830	2 140	195	11 110	7 287	18 397
1850—1859	7 367	352	1 028	7 860	2 320	271	10 715	8 483	19 198
1860—1869	8 978	371	720	9 963	2 788	258	12 486	10 592	23 078
1870	6 888	316	710	8 014	2 420	227	10 018	8 557	18 575
1871	7 845	319	667	8 944	2 568	290	11 080	9 553	20 633
1872	11 164	410	819	13 088	3 406	263	15 389	13 761	29 150

Schiffsverkehr am Unterbaum.

Jahr (Durchschnitt)	angekommen		abgegangen		durchgefahren		Gesamter Schiffsverkehr		
	beladen	leer	beladen	leer	beladen	leer	beladen	leer	zusammen
1840—1849	13 949	398	1 111	12 904	934	765	15 994	14 068	30 062
1850—1859	15 387	502	1 315	12 541	1 289	826	17 991	13 868	31 861
1860—1869	19 733	524	1 810	15 007	1 539	1 008	23 082	16 539	39 621
1870	17 541	347	1 934	13 741	867	873	20 342	14 961	35 303
1871	18 591	334	1 895	14 021	1 028	928	21 514	15 283	36 797
1872	22 819	515	2 569	17 426	1 219	1 426	26 607	19 367	45 974

Die durchschnittliche Ladung der beladenen Schiffe betrug:

im Mittel der Jahre 1840 bis 1849 = 47 t
» » » » 1850 » 1859 = 36,5 t
» » » » 1860 » 1869 = 70 t
» » » » 1870 » 1872 = 84 t

Der gesamte Güterverkehr zu Wasser (Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr) betrug in Berlin:

im Jahre 1840 = 1 178 990 t
1840 bis 1849 im Mittel = 1 274 940 t
1850 » 1859 » » = 1 620 565 t
1860 » 1869 » » = 2 493 495 t
im Jahre 1870 = 2 325 825 t
» » 1871 = 2 855 980 t
» » 1872 = 3 567 000 t

Der Güterverkehr von Berlin war mithin im Jahre 1870 größer als der von Ruhrort und Duisburg zusammen.

Von besonderer Wichtigkeit ist der Verkehr von Kohlen. Im Durchschnitt der Jahre von 1866 bis 1872 sind jährlich zu Wasser im ganzen 141 556 t Steinkohlen und 39 811 t Braunkohlen nach Berlin gebracht worden. Von den Steinkohlen kamen aus Schlesien auf der Oberspree 6570 t und aus Sachsen auf der Unterspree 625 t, während von englischen Kohlen 93 553 t über Stettin durch den Finowkanal und 40 808 t über Hamburg auf der unteren Havel eingeführt wurden. Von deutschen Braunkohlen sind (meistens auf der Oberspree) im Durchschnitt 30 932 t und von böhmischen Braunkohlen (auf der Unterspree) 8879 t nach Berlin gebracht worden.

Die Zahl der im Regierungsbezirk Potsdam einschl. Berlin heimatsberechtigten Schiffe und ihre Tragfähigkeit ergab sich:

	Zahl der Schiffe	Gesamte Tragfähigkeit
im Jahre 1816	1283	50300 t
» » 1846	2881	151552 t
» » 1858	2964	172760 t

Für die Abmessungen der Schleusen und damit auch für die zulässige Größe der Schiffe im Gebiet der Märkischen Wasserstraßen wurde eine Entscheidung des zuständigen Ministers vom Jahre 1820 bedeutungsvoll. Es wurde bestimmt, daß hinfort die Schleusen zwischen Elbe und Oder nur für Schiffe von 38,9 m (124 Fuß) Länge und 4,25 m (13 1/2 Fuß) Breite eingerichtet werden sollten, »indem sich bei sorgfältiger Ermittelung aller Umstände ergeben habe, daß dies die größte Art von Schiffgefäßen sei, welche mit Nutzen auf der Havel und Spree gebraucht werden könne und es dringend nötig ist, der fortschreitenden Vergrößerung ein Ziel zu setzen«. Die nutzbare Länge der Schleusenkammern sollte darum höchstens 40,8 m (130 Fuß) und die lichte Torweite wegen der mit Heu oder Stroh beladenen Schiffe 5,34 m (17 Fuß) betragen. Für zweischiffige Schleusen sollten die Kammern gleichfalls mit Rücksicht auf die mit Heu oder Stroh beladenen Schiffe eine nutzbare Breite von 9,42 m (30 Fuß) erhalten. Die Anordnung der »versetzten« Häupter, wobei die Schleusentore nicht in der Mittellinie der Schleuse, sondern seitlich angebracht waren, wurde im Jahre 1817 eingeführt. Die vorher in der Mark gebauten Schleusen hatten sehr verschiedene Größen und waren oft für die gleichzeitige Aufnahme von mehreren Schiffen bestimmt. Auf dem Friedrich-Wilhelm-Kanale verkehrten damals z. B. einige Oderschiffe von etwa 44 m Länge einschl. des Steuers sowie Schuten von 5,6 m bis 6 m Breite. Das sollte hinfort nicht mehr zugelassen werden.

Es ist bemerkenswert, daß in früheren Zeiten, wie oben erwähnt wurde, gewöhnlich die Kaufmannschaft die zunehmende Größe der Schiffe bekämpfte und jetzt zum ersten Male der Staat der weiteren Vergrößerung einen Riegel vorschob. Die neuen Bestimmungen wurden seitdem bei den Schleusen der Havel-Oder-Wasserstraße (Finowkanal und Zubehör) und der Spree-Oder-Wasserstraße (Friedrich-Wilhelm-Kanal, Fürstenwalde) und den Nebenwasserstraßen fast ausnahmslos genau befolgt. Dagegen hat man bald darauf bei dem Landwehrkanal, dem Spandauer Kanal, dem Plauer Kanal und in Rathe-

now mit Rücksicht auf die schnell wachsenden Elbschiffe größere Abmessungen der Schleusenkammern ausgeführt. Im Odergebiet und auf den weiter östlich gelegenen Wasserstraßen sind im allgemeinen die vorerwähnten Bestimmungen angewendet worden, besonders beim Bromberger Kanal, der früher mit etwas größeren Schleusen versehen war.

Die Größe der Schiffe auf den Märkischen Wasserstraßen wuchs aber schnell, so weit es die Schleusenabmessungen zuließen, und um Verkehrstörungen zu vermeiden (z. B. durch Festklemmen der Schiffe in den Toren) mußte die Regierung zu Potsdam im Jahre 1845 vorschreiben, daß die Schiffe vom 1. Januar 1853 nicht größer sein dürften, als 40,2 m (128 Fuß) lang und 4,6 m (14½ Fuß) breit. Dies ist das sogenannte Finowmaß.

Auf der **Oder** hat sich in ihrem unteren Laufe die Dampfschiffahrt ziemlich früh entwickelt, bis Breslau ist der erste Dampfer aber erst im Jahre 1856 vorgedrungen, nachdem in diesem Jahre das letzte Wehr unterhalb dieser Stadt, bei Beuthen (S. 42), beseitigt war. Vor dieser Zeit hat die Erfindung des Dampfschiffs für den Breslauer Verkehr keinen Aufschwung herbeigeführt. Aber dank der Freiheit von allen Zöllen und Abgaben sowie von jedem Zunftzwange hat sich die Schiffahrt doch bis etwa zum Jahre 1850 ziemlich gut entwickelt. Dann ging der Verkehr infolge des Wettbewerbs der Eisenbahn schnell zurück, z. B. in Breslau von 92500 t im Jahre 1851 auf 28250 t im Jahre 1858.

Im Jahre 1864 gingen durch die Breslauer Unterschleuse talwärts 804 mit 22201 t beladene und 141 leere Schiffe; bergwärts gingen 428 mit 1263 t beladene und 453 leere Schiffe. Auf der oberen Oder durchfuhren im Jahre 1863 die Schleuse Brieg zusammen 1126 mit 29327 t beladene Schiffe und die Schleuse Ohlau 1287 mit 35914 t beladene Schiffe.

Über die Größe der Schiffe wird aus dem Jahre 1819 berichtet, daß solche von 20 bis 25 t Tragfähigkeit für groß galten. Man unterschied »Oberländer« (oberhalb Breslau) von höchstens 35 m Länge und 3,7 m Breite und »Niederländer« von höchstens 39 m Länge und 4,4 m Breite. Im Jahre 1839 soll es Schiffe von 75 t Tragfähigkeit gegeben haben, allerdings bei einem Tiefgange von 1,26 m, der nur selten ausgenutzt wurde. Man konnte in der Regel nur mit einer zulässigen Tauchtiefe von 0,6 m rechnen.

Im Jahre 1870 gab es Oderschiffe von 125 t Tragfähigkeit, die eine größte Länge von 38,5 m, eine Breite von 4,25 m und eine Seitenhöhe von 1,60 m hatten. Die Fortbewegung geschah durch Segeln oder durch Schieben mit Stangen, da brauchbare Leinpfade meistens nicht vorhanden waren. Geschleppt wurde oberhalb Frankfurt sehr selten.

Das Fahrwasser befand sich in traurigem Zustande. Als Beispiel sei erwähnt, daß eine Kohlenladung, die im November 1834 von Gleiwitz abging, erst im Herbst 1836 in Breslau angekommen ist[1]). Das lag daran, daß das Schiff während des ganzen Jahres 1835 wegen des niedrigen Wasser-

1) Festschrift zur Jubelfeier der Oberschlesischen Eisenbahn, 1867. (Aus Schwabe, Die Entwicklung der deutschen Binnenschiffahrt, Berlin 1899.)

standes seine Fahrt nicht fortsetzen konnte (sondern »versommern« mußte). Die Kohlen wurden am Ufer ausgeladen und da Frühling und Sommer des Jahres 1836 wieder keine guten Wasserstände brachten, wurden die Kohlen schließlich im Herbst auf mehreren kleinen Schiffen nach Breslau gebracht. Ähnliche Ereignisse sind damals wohl oft vorgekommen, zumal sie in besonders trockenen Jahren noch heute (z. B. 1904 und 1911) zuweilen eintreten. Früher wurde in solchen Zeiten die Oder, selbst in ihrem mittleren Laufe, so seicht, daß man mit Wagen an bestimmten »Furten« sie durchfahren konnte, was aus dem Jahre 1819 bestimmt berichtet wird.

Mit dem Ausbau des Stromes wurde nach den Freiheitskriegen von der Staatsregierung fortgefahren, so weit es die geringen verfügbaren Geldmittel erlaubten. Die dabei zu beobachtenden Grundsätze wurden 1819 festgelegt. Von der weiteren Herstellung von Durchstichen sah man ab, weil diese sich wohl für die Vorflut, aber nicht für die Schiffahrt als vorteilhaft erwiesen hatten. Dagegen wurde das zu breite Flußbett überall durch stromauf gerichtete Buhnen auf die Normalbreiten eingeschränkt. Diese sollten anfangs (bei Mittelwasser) bei Oderberg 57 m betragen und bis 83 m an der Neißemündung zunehmen. Von da bis zur Weistritzmündung (unterhalb Breslau) war eine von 90 bis 98 m wachsende Breite vorgesehen. Doch wurde das Maß bis Breslau etwa im Jahre 1850 schon auf 83 m vermindert, um bessere Fahrwassertiefen zu erreichen. Auch weiter unterhalb wurden die zuerst angenommenen Breiten später teilweise beschränkt und endgültig auf 87 m oberhalb der Katzbach, auf 94 m an der schlesisch-brandenburgischen Grenze, auf 120 m oberhalb des Bobers, auf 150 m zwischen der Lausitzer Neiße und der Warthe und auf 188 m unterhalb der Warthe festgesetzt.

Oberhalb Glogau wurde in den Jahren 1844 bis 1848 eine 19 km lange Versuchstrecke mittels Buhnen bei 94 m Normalbreite ausgebaut. Da die Erfolge zufriedenstellend waren, blieb diese Bauweise vorbildlich für die weiteren Arbeiten. Als Ziel der Verbesserungsarbeiten wurde im Jahre 1859 die Herstellung einer Fahrwassertiefe von 0,94 m unterhalb und von 0,63 m oberhalb Breslau aufgestellt, bei Wasserständen von etwa 19 und 10 cm über dem gemittelten Niedrigwasser, so daß sich für diesen letzteren Wasserstand die Ziele zu 0,75 m und 0,53 m ergaben.

Auf Drängen der an dem oberschlesischen Bergbau Beteiligten wurde im Jahre 1867 dem Landtage eine Denkschrift vorgelegt und für die vollständige Regulierung des Stromes eine Summe von 11 Millionen verlangt, weil die bis dahin bewilligten Mittel nicht ausreichend waren. Wenn auch bis dahin schon eine große Zahl von Buhnen aus Faschinen nicht nur vom Staate, sondern auch von den Uferbesitzern angelegt war, so waren die Erfolge doch nicht von Dauer, weil die Werke ohne widerstandsfähige Steinköpfe in kurzer Frist verfielen und verschwanden.

Von der **Warthe** kam der größere Teil erst im Jahre 1793 unter preußische Herrschaft und war damals in sehr verwildertem Zustande. Schon im Jahre darauf wurden Verbesse-

rungsarbeiten begonnen, aber erst seit 1819 nachdrücklich betrieben. Auch hier hatte man es zunächst mit Durchstichen versucht, die jedoch während der polnischen Herrschaft von 1807 bis 1815 zu neuen Verwilderungen geführt hatten, und man ging deshalb zu Buhnenbauten über. Die schlechteste Strecke war oberhalb der Stadt Posen; aber überall im Strome war das Fahrwasser durch Steine, Baumstämme und alte Wehrreste behindert. Bis zum Jahre 1830 wurden die noch vorhandenen Wehre (2 oberhalb und 1 unterhalb Posen) beseitigt und in der Zeit von 1839 bis 1847 besonders bei Schwerin große Verbesserungen (Geradelegungen und Beseitigung der Fischwehre) ausgeführt.

Die besonders aus Rußland kommende Schiffahrt soll trotz dieser Hindernisse nicht unerheblich gewesen sein, wurde aber in der Regel nur bei höheren Wasserständen betrieben. Infolge der Verbesserungen konnten 1865 bei mittlerem Sommerwasser Schiffe von 0,68 m Tiefgang mit 50 t Ladung aufwärts bis Posen gelangen. Der Verkehr im Jahre 1868 wird dort auf 2500 Schiffe angegeben. Der untere in der Mark Brandenburg gelegene Teil des Stromes war in besserem Zustande und die Einmündung in die Oder war schon 1786 verbessert worden (S. 41). Im Jahre 1869 wurde dem Landtage eine Denkschrift überreicht und um Bewilligung von etwa 2,5 Millionen Mark zum Ausbau des Stromes gebeten. Mit der Eröffnung der Eisenbahn von Frankfurt nach Posen (1870) ging die Schiffahrt zurück.

Die gleichfalls sehr verwilderte Netze bekam durch den Bromberger Kanal (S. 44) seit 1774 einen lebhaften Schiffahrtverkehr, der aber durch die unaufhörlichen Krümmungen und viele andere Hindernisse im Fahrwasser arg zu leiden hatte. Sehr störend waren besonders die Mühlenwehre bei Ciszkowo, Pianowko und Guhren, die einen Stau von je etwa 0,5 m und nur eine Wehrlücke von 15 m Breite hatten, so daß die Schiffe mittels einer Winde gegen die Strömung hinaufgezogen werden mußten. In den Jahren 1841 und 1842 wurden diese Wehre beseitigt. Mit den zur Verfügung stehenden geringen Geldmitteln konnte der Strom nicht unterhalten, sondern mußte sich selbst überlassen werden, so daß er namentlich in der Nähe von Nakel immer neue störende Krümmungen bildete, während die wenigen Buhnen und anderen Werke verfielen.

Mit dem Bau der Eisenbahnen ging der Schiffsverkehr sowohl auf der Netze wie auf der ganzen Oder-Weichsel-Wasserstraße zurück, während dagegen der Flößereibetrieb mit russischem Holz einen mächtigen Aufschwung nahm. Dieser bewirkte wieder eine um so schnellere Zerstörung der Ufer und der schwach gebauten Schutzwerke. Die Dampfschiffahrt konnte sich auf der Netze und dem Bromberger Kanal nicht entwickeln; aber auf der unteren, 12 km langen Brahe bildete sich 1869 eine Kettenschiffahrtgesellschaft, um die Holzflöße von der Mündung in die Weichsel stromaufwärts nach Bromberg und bis zum Anfang des Kanals zu schleppen. Der Betrieb wurde 1870 eröffnet und hat sich als zweckmäßig und vorteilhaft erwiesen.

Die **Weichsel** war in Preußen im Anfang des 19. Jahrhunderts noch viel mehr verwildert als alle anderen Ströme: sie floß, in viele Arme geteilt, zwischen Inseln und wandernden Sandbänken und wirkte bei jedem Hochwasser verheerend auf die angrenzenden Ländereien. Im Jahre 1830 wurde der erste Entwurf zur Bändigung und Regelung des Stromes aufgestellt. Dabei wurde eine Normalbreite von 377 m (100 Ruten) für die ungeteilte Weichsel angenommen, wovon bei der Teilung ein Drittel auf die Nogat und zwei Drittel auf die geteilte Weichsel fallen sollten. Die Arbeiten begannen im Jahre 1834, mußten aber auf die Absperrung der vielen Seitenarme und die Herstellung der dringendsten Uferbefestigungen beschränkt werden.

Bei einer Eisverstopfung im Jahre 1840 bildete sich der Strom eine neue Mündung in die Ostsee bei Neufähr, wodurch der Danziger Arm, der bis dahin bei Neufahrwasser ausmündete, sein Gefälle verlor (»Tote« Weichsel) und an der Abzweigung vom Hauptstrome durch die Schleuse Plehnendorf abgeschlossen wurde.

Infolge dieses Durchbruchs und des veränderten Gefälles waren in dem nach Osten abzweigenden Weichselarme, der Elbinger Weichsel, so starke Versandungen eingetreten, daß die Schiffahrt nach Elbing und zum Frischen Haff ganz unterbrochen wurde. Es wurde deshalb in den Jahren 1846 bis 1850 der Weichsel-Haff-Kanal gebaut, der von Rothebude an der Weichsel nach Plathenhof am Tiegeflusse und von da nach Stobbendorf am Frischen Haff führt. Er ist 20 km lang und hat 2 Schleusen von 40,3 m Länge und 6,28 m Breite. Der Verkehr durch diesen Kanal, der Danzig mit Elbing und Königsberg verbindet, hat sich gut entwickelt. Namentlich fuhren dort viele Haffschiffe, sogenannte kurische Reisekähne, Jachten und Lommen. Auch Dampfschiffe verkehrten schon frühzeitig auf dieser Linie. In den Jahren 1873 bis 1875 sind durchschnittlich jährlich 3914 Segelschiffe und 471 Dampfschiffe durch die Schleuse Rothebude gefahren. Die Segelschiffe hatten eine Tragfähigkeit bis zu 125 t.

Da die geteilte Weichsel immer mehr versandete (zumal sie ziemlich enge eingedeicht war) und die Nogat sich allmählich zum Hauptstrom auszubilden schien, wurde die Teilung von der Montauer Spitze (durch den Weichsel-Nogat-Kanal) im Jahre 1853 um 4 km abwärts nach Pieckel verlegt, um der Nogat weniger Wasser zuzuführen. Dadurch wurde auch der starke, gefährliche Eisgang mehr in den Hauptstrom gezogen. Im Jahre 1856 wurde in beiden Mündungsarmen mit dem Bau vieler Buhnen begonnen.

Der Schiffahrtverkehr konnte sich wegen des schlechten Fahrwassers nicht entwickeln und der Handel suchte wenigstens innerhalb Preußens die allmählich ausgebauten Land- und Kunststraßen auf. Lebhaft war aber der Verkehr mit russischem Getreide, das allerdings nur bei günstigen Wasserständen vorteilhaft befördert werden konnte. Dazu wurden oft russische Schiffe, »Wittinnen«, benutzt, die leicht gebaut und nur für eine Talfahrt bestimmt waren, nach deren Beendigung sie in Danzig verkauft oder zerschlagen wurden. Sie hatten bis zu 150 t Tragfähigkeit bei einer Länge von etwa 50 m, einer Breite von 5,6 m und einem Tiefgange von 1,4 bis 1,5 m. Die preußischen Weichselschiffe waren kleiner und hatten nur eine Tragfähigkeit von 100 bis 125 t. Sie pflegten in der Regel im Monat August von Danzig leer hinauf nach Rußland zu fahren, dienten dort den Winter über als Speicher und kehrten mit Getreide tief beladen im Frühjahr bei hohem Wasserstande nach Danzig zurück. Es wurde gewöhnlich nur eine Reise jährlich unternommen. Bei niedrigen Wasserständen war die Fahrt beladener Schiffe kaum möglich. Aus dem Jahre 1828 wird berichtet, daß diese bei solchen Wasserständen von Thorn bis Danzig zwei bis drei Monate gebrauchten.

Die Fortbewegung geschah vorwiegend durch Segeln, da es an brauchbaren Leinpfaden mangelte. Der Dampfschiffverkehr war gering, geschleppt wurde gar nicht. Nach den Anschreibungen sind berg- und talwärts über die russische Grenze gegangen:

im Jahre 1846:	bergwärts	428,	talwärts	805,	zusammen	1233	Segelschiffe
» » 1856:	»	—	»	—	»	1976	»
						und 39	Dampfer,
» » 1875:	»	1032,	»	1605,	»	2637	Segelschiffe
						und 27	Dampfer.

Von diesen Schiffen hat aber ein Teil seinen Weg durch den Bromberger Kanal nach Westen genommen.

Der Elbing-Oberländische Kanal wurde in den Jahren 1844 bis 1860 erbaut[1]), um Elbing mit den vier oberländischen Städten Liebemühl, Osterode, Deutsch-Eylau und Saalfeld zu verbinden. Das Unternehmen war schon im Jahre 1825 angeregt worden, hatte aber große technische Schwierigkeiten, weil eine Höhe von rund 100 m zu ersteigen war. Es wurde darum die Ausführung geneigter Ebenen von je etwa 20 m Höhe beschlossen, auf denen die Kanalschiffe trocken mittels eines Wagens von einer Haltung in die andere befördert wurden. Solcher Ebenen wurden 4 erbaut und außerdem noch 5 Kammerschleusen, an deren Stelle später eine fünfte geneigte Ebene trat. Die ganze Wasserstraße hatte vom Drausensee bis Liebemühl eine Länge von 52 km, von da bis Saalfeld 34, bis Osterode und Baarwiese 30 km, zusammen also 116 km, von denen etwa 44 km auf Kanäle und der Rest zum größten Teil auf Seestrecken fielen. Die Schiffe waren 24,5 m lang und 3 m breit. Wegen der Schiffswagen durften sie nur mit 50 t beladen werden. Das Fahrwasser war mindestens 1,26 m tief. Die Fortbewegung geschah in den Kanälen durch Pferdetreidelei, während das Segeln nur in den Seestrecken erlaubt war.

Der Gesamtverkehr auf der Wasserstraße hat im Jahre 1878 (berg- und talwärts) 44210 t betragen, soll aber vor dem Bau der Thorn—Insterburger Eisenbahn größer gewesen sein. Es wurde vorwiegend Getreide talwärts befördert.

Auf der **Pregel-Memel-Wasserstraße** von Königsberg durch Pregel und Deime nach Labiau und von dort entweder über das Kurische Haff oder durch den Friedrichsgraben (S. 46), den Seckenburger Kanal und die Gilge nach dem Memelstrom, nach Tilsit und zur russischen Grenze bei Schmalleningken hat sich die Schiffahrt in diesem Zeitraum im allgemeinen günstig entwickelt. Sehr lebhaft war der Ortsverkehr, nicht nur in der Nähe von Königsberg, dessen Seehandel damals in Blüte stand, sondern auch bei den kleineren Orten, namentlich im Memeldelta, weil brauchbare Landstraßen dort nur sehr langsam entstanden. Zum Teil hatten die Wasserstraßen, z. B. die Haffe, auch eine genügende Tiefe, so daß neben den eigentlichen Flußschiffen besonders die Haffschiffe (kurische Reisekähne) mit größerem Tiefgang ungehindert verkehren konnten. Dies war auch der Grund, daß die Dampfschiffahrt sich verhältnismäßig früh entwickelt hat. Schon im Jahr 1840 verkehrten dort Dampfschiffe und 1850 bestanden regelmäßige Dampferlinien für Personen- und Güterbeförderung zwischen Königsberg, Tapiau und Tilsit, die recht einträglich waren. Auch zwischen Tilsit, Schmalleningken und Kowno in Rußland, sowie zwischen Tilsit, Ruß und Memel wurden solche Verbindungen eingerichtet.

Auf dem unteren Pregel sollen gegen Ende der sechziger Jahre zwischen Königsberg und Tapiau jährlich etwa 6000 Schiffe verkehrt haben. Selbst auf dem oberen Pregel zwischen Tapiau und Insterburg, wo die Fahrt allerdings durch sehr schlechtes Fahrwasser und die ungenügende Schleuse bei Bubainen, die nur Schiffe von 27 m Länge und 6,1 m Breite durchfahren konnten, stark behindert wurde, war der Verkehr ziemlich lebhaft. Von Insterburg sollen im Jahre 1857 talwärts 17000 t, im Jahre 1861 20000 t, im Jahre 1863 12000 t und im Jahre 1871 9000 t Güter abgegangen sein. Der starke Rückgang,

1) Zeitschrift für Bauwesen 1861.

der später noch bedeutender wurde, ist auf die Eröffnung der Eisenbahn zurückzuführen.

Die Arbeiten zur Verbesserung des Fahrwassers haben am unteren Pregel schon 1817 begonnen. Es wurden Buhnenbauten, Durchstiche und Baggerungen ausgeführt, durch die eine Fahrwassertiefe von 1,5 m bei mittlerem Niedrigwasser erreicht werden sollte. Am oberen Pregel führte man von 1848 bis 1850 ähnliche Bauten aus und wollte eine Fahrwassertiefe von 1,1 m erzielen, was jedoch nur zum Teil gelungen ist. Der Unterdrempel der Bubainer Schleuse lag nur 0,44 m unter N.W., bildete also ein schlimmes Hindernis.

Am **Memelstrom,** und zwar an seinem linken, südlichen Mündungsarm, der Gilge, die für den Verkehr mit dem Westen, namentlich mit Königsberg, besondere Bedeutung hat, wurden die ersten Verbesserungen der sehr gekrümmten Fahrstraße in der Zeit von 1613 bis 1617 auf Betreiben der Königsberger Kaufleute vorgenommen. Damals wurde in diesem Strom ein 13 km langer Durchstich von Sköpen nach Lappienen ausgeführt. Später wurden auch mehrere Seitenarme abgeschlossen (1618 bis 1620 die Schalteik, 1752 die Alge und Kauke). Die Schwierigkeiten an der Teilungspitze bei Schanzenkrug waren ähnlich wie bei der Weichsel. Um dem rechten Mündungsarm, dem Rußstrom, den größeren Teil des Eisganges zuzuführen, dem Gilgestrom aber im Sommer eine genügende Wassertiefe zu sichern, wurde die Teilungstelle im Laufe des 18. Jahrhunderts mehrfach durch erhebliche Bauausführungen verändert. Schließlich wurde die Teilung um etwa 4 km stromaufwärts von Schanzenkrug nach Kallwen verlegt (1847 bis 1853), wo sie sich noch heute befindet. Ähnliche Schwierigkeiten ergaben sich beim Orte Ruß, wo der Rußstrom sich wieder in zwei Arme, Skirwith und Atmath teilt. Dort waren mancherlei Anlagen erforderlich, um den nördlichen Arm, die Atmath, als Hauptstrom auszubilden. Durch diesen geht die Fahrstraße nach dem Kurischen Haffe und nach Memel.

Im ungeteilten Memelstrom waren bis zum Anfange des 19. Jahrhunderts noch gar keine Arbeiten zur Verbesserung seiner Schiffbarkeit ausgeführt worden. Es wurde wohl 1801 ein allgemeiner Bauplan aufgestellt, aber die bis 1840 ausgeführten wenigen Uferschutzwerke waren ohne Bedeutung. Von dieser Zeit an wurde bis zum Jahre 1870 eine große Zahl von Buhnen und anderen Strombauten ausgeführt. Dabei wurde für die Strecke von der russischen Grenze bei Schmalleningken bis zur Einmündung der Szeszuppe eine Normalbreite von 226 m (60 Ruten) und für die untere Strecke bis Kallwen eine solche von 241 m (64 Ruten) zugrunde gelegt. Besondere Erfolge wurden durch diese Arbeiten nicht erzielt; ebensowenig am Rußstrom und noch weniger an der Gilge, wo man in ähnlicher Weise im Jahre 1853 mit Buhnenarbeiten begann.

Schon früher ist über den Friedrichsgraben berichtet (S. 46), der die Gilge mit Umgehung des Kurischen Haffs mit der Deime und dem Pregel verbindet.

In den Jahren 1833 bis 1835 wurde der nördliche Teil, der »kleine« Friedrichsgraben, durch den etwa 5 km langen Seckenburger Kanal ersetzt. Dieser schleusenlose Kanal wurde zunächst nur 18,8 m breit hergestellt und durch die Strömung allmählich bis auf 52,7 m verbreitert. Dann befestigte man im Jahre 1857 seine Ufer.

Der Verkehr auf dem Memelstrom war ähnlich wie auf der Weichsel. Aus Rußland kamen die Wittinnen mit Getreide beladen und gingen meistens bis Königsberg. Aber auch nach Memel war ein ziemlich reger Verkehr. Von preußischen Schiffen verkehrten die hafftüchtigen kurischen Reisekähne und die schwach gebauten, offenen Boidacks. Sehr bedeutend war die Holzflößerei. Verkehrsanschreibungen sind aus älterer Zeit nicht bekannt geworden. Im Jahre 1864 haben 4733 Schiffe und 1209 Flöße die Tilsiter Schiffbrücke durchfahren; 1875 sollen in Tilsit 42853 t angekommen und 363250 t abgegangen sein. Im Jahre 1876 sind durch die Tilsiter Schiffbrücke 59642 t zu Berg und 119922 t zu Tal (ohne die Flöße) gegangen. Über die russische Grenze sind in demselben Jahre 169850 t Güter und 472000 t Holzflöße gegangen. Ein Dampfschleppbetrieb bestand bis 1870 auf dem Strom nicht. Die Eisenbahnen haben in dieser Zeit den Verkehr nur wenig beeinflußt.

Kurz vor der Einmündung in das Kurische Haff nimmt der Atmathstrom von rechts den Nebenfluß Minge auf, die in den Jahren 1863 bis 1873 durch den 25 km langen König-Wilhelm-Kanal mit dem Memeler Hafen verbunden wurde, um mit Umgehung des Kurischen Haffs die Memelwasserstraße mit der Sadt Memel, besonders für die russischen Flöße, zu verbinden. Nahe bei der Abzweigung des Kanals aus der Minge ist der Kanal bei Lankuppen durch eine 157 m lange und 11 m breite Schleuse abgeschlossen.

Auf der **Donau** wurden die ersten Versuche mit einem Dampfschiffe im Jahre 1817 gemacht. Zuerst baute der aus Esseg gebürtige Anton Bernhard nach eigenen Plänen in Wien ein Dampfschiff »Carolina«, das im März 1817 die erste Versuchsfahrt machte. Es wird berichtet, daß Bernhard im Juli 1818 mit einer Ladung von 20 t bergwärts mit einer Geschwindigkeit von 3,5 km, talwärts mit einer solchen von 15 km je Stunde gefahren ist. Ebenso schnell soll er ein mit 45 t beladenes Anhängeschiff bergwärts geschleppt haben. Die Fahrt von Wien nach Preßburg (61 km) legte das Schiff in 3 Stunden zurück, eine Fahrt von Budapest aufwärts nach Komorn (120 km) mit einem Anhängeschiff von 30 t Ladung in 71 Stunden. Bernhard bekam ein Privilegium für die Donau und ihre Nebenflüsse; die von ihm beabsichtigte Gründung einer Aktiengesellschaft scheint aber nicht gelungen zu sein[1]).

Gleichzeitig wurde in Wien von einem Franzosen Leon ein Dampfschiff »Duna« gebaut und im Jahre 1818 in Betrieb gesetzt. Es soll eine Wasserverdrängung von 50 t gehabt haben und war größer als das Schiff von Bernhard. Im Herbst 1818 fuhr es von Budapest aufwärts bis Komorn, wozu es

1) v. Gonda, Die ungarische Schiffahrt. Budapest 1899.

5 Tage brauchte. Auch dieser Unternehmer erhielt eine Genehmigung zur Schiffahrt, hat aber keinen dauernden Erfolg erreichen können.

Das gelang erst den beiden Engländern Andrews und Prichard, die im Jahre 1828 ein neues ausschließliches Privilegium zur Befahrung der Donau und ihrer Nebenflüsse in Österreich-Ungarn bis zum Ende des Jahres 1880 erhielten. Sie gründeten im Jahre 1829 die »Erste k. k. privilegierte Donau-Dampfschiffahrt-Gesellschaft«, die noch heute besteht. Der Kaiser, sowie die Mitglieder der kaiserlichen Familie, Fürst Metternich und andere Staatsmänner und Vertreter der Handelswelt erwarben die ersten Aktien. Der Staat übernahm eine Zinsgarantie, zunächst bis 1880, und leistete später erhebliche Zuschüsse von verschiedener Höhe.

Im Jahre 1830 machte das Dampfschiff »Franz I.« (mit in England von Bulton und Watt gebauter Maschine) die erste Fahrt von Wien nach Budapest (291 km). Die Talfahrt dauerte 14 Stunden 15 Minuten, die Bergfahrt nach Wien zurück 48 Stunden 20 Minuten. Durch diese Gesellschaft wurde die Donauschiffahrt wesentlich gefördert.

Auf Veranlassung des baierischen Königs Ludwig I. bildete sich im Jahre 1837 in Regensburg die »Baierisch-Württembergische Donau-Dampfschiffahrtgesellschaft«, die von beiden Staaten mit Privilegien ausgestattet wurde. Es war die Befahrung der Donau von Ulm bis Linz beabsichtigt; allein der mangelhafte Zustand des Fahrwassers führte sehr schnell dazu, den Verkehr auf die Strecke Regensburg-Linz zu beschränken. Infolgedessen entstand 1844 eine besondere »Ulmer Aktiengesellschaft für Dampf- und Ruderschiffahrt«. Aber beide Unternehmungen hatten keinen wirtschaftlichen Erfolg.

Als der Ludwigkanal (S. 112) fertig gestellt war, entschloß sich 1846 der baierische Staat, das baierische Unternehmen, bestehend aus 4 Dampfern und einer Schiffwerft, zu erwerben und zu erweitern. Im Jahre 1858 bestand es aus 11 Personenschiffen, 4 Schleppdampfern und 19 Lastschiffen. Mit besonders flach gebauten Schiffen wurde auch der Verkehr zwischen Regensburg und Donauwörth unterhalten. Mit der österreichischen Gesellschaft einigte man sich für die Strecke von Passau bis Linz dahin, daß diese den Schleppdienst, die baierische aber den Personendienst besorgte. Nachdem durch den Staatsvertrag von 1857 (S. 87) die Freiheit der Donauschiffahrt entschieden war, hörte diese Vereinbarung auf und die baierische Gesellschaft litt sehr unter dem Wettbewerb der österreichischen. Dazu kam, daß im Jahre 1860 die Eisenbahn Passau-Regensburg eröffnet wurde und der baierischen Schiffahrtgesellschaft noch mehr Einnahmen entzog. Auch der 1861 unternommene Versuch, den Schleppbetrieb bis Budapest auszudehnen, brachte keinen wirtschaftlichen Erfolg. Der baierische Staat hatte überhaupt aus dem Unternehmen bis dahin keine Überschüsse erzielt und entschloß sich darum 1862, es an die österreichische Gesellschaft zu verkaufen. Diese verpflichtete sich, den Betrieb bis Donauwörth wenigstens so lange aufrecht zu

erhalten, bis die Eisenbahn von Regensburg dahin fertig gestellt sein würde. Als dies im Jahre 1874 eintrat, stellte die Gesellschaft den Betrieb auf der Strecke Regensburg-Donauwörth ein[1]).

Die erste Donau-Dampfschiffahrtgesellschaft hat sich schnell entwickelt und ihren Betrieb bis zum Schwarzen Meere ausgedehnt. Nachstehende Angaben zeigen ihr Wachstum:

in den Jahren:	1851	1862	1874
Zahl der Flußdampfer. . . .	51	135	203
Summe der Pferdestärken . .	5561	—	17890
Zahl der Lastschiffe	200	529	729
Beförderte Güter in Tausend t	216,5	871,7	1188,8

Unter den 203 Dampfern im Jahre 1874 befanden sich viele unbrauchbare, die beim Ankauf anderer Gesellschaften übernommen, später aber wieder verkauft wurden. In späterer Zeit, 1880 bis 1900, betrug die Zahl der Dampfer gewöhnlich 180 bis 190 mit 16000 bis 17000 Pferdestärken. Im Jahre 1909 besaß die Gesellschaft 136 Dampfer mit 58365 indizierten Pferdestärken, 827 Lastschiffe und 24 Leichterschiffe, zusammen 851 Lastschiffe mit einer gesamten Tragfähigkeit von 442249 t.

Der Personenverkehr erreichte ohne den Ortsverkehr (z. B. in Budapest) die größte Zahl von rund 1,8 Millionen jährlich beförderter Personen im Jahre 1887; dann nahm er ab und betrug 1898 nur noch 0,5 Millionen.

Die im Jahre 1869 zwischen Wien und Preßburg versuchte Kettenschiffahrt bewährte sich nicht.

An der baierischen Donau wurde, abgesehen von den älteren früher (S. 66) erwähnten Arbeiten, im Jahre 1837 mit der Verbesserung des Stromes begonnen und man setzte für das Mittelwasserbett Normalbreiten fest, die von Ulm mit 75,9 m bis zum Inn auf 175,1 m wachsen und unterhalb der Innmündung 233,5 m betragen sollten. Als der Ludwigkanal fertig war, wurden zwischen seiner Einmündung bei Kehlheim und Regensburg im Jahre 1845 einige Durchstiche ausgeführt; aber diese Arbeiten reichten nicht aus, um bis zu dieser Stadt ein genügendes Fahrwasser für die Kanalschiffe zu schaffen. Bei Regensburg selbst bietet die alte steinerne Brücke mit ihren kleinen Öffnungen und dicken Pfeilern das größte Hindernis für eine durchgehende Schiffahrt. In der Strecke bis Passau befand sich ferner eine sehr gefährliche Felsenstrecke zwischen Hofkirchen und Vilshofen, die nur bei höheren Wasserständen mit beladenen Schiffen durchfahren werden konnte.

Trotz des schlechten Fahrwassers hat auf der baierischen Stromstrecke am Anfang des 19. Jahrhunderts eine nicht ganz unbedeutende Schiffahrt bestanden; denn im Jahre 1830 wurden in Ulm noch 57 Schiffmeister gezählt. Ebenso viele sollen in Regensburg und deren 12 in Stadtamhof gewesen sein.

In der oberösterreichischen Strecke wurden nach der Einführung der Dampfschiffahrt die Felssprengungen am Struden (S. 66) in den Jahren 1846 bis 1867 fortgesetzt. Ein großer Erfolg wurde aber nicht erreicht und diese Stelle konnte nur unter Beobachtung vieler Sicherheitsvorschriften und mit Hilfe eines starken Vorspanns von Ochsen und Pferden überwunden werden. Selbst die Dampfschiffe mußten zuweilen durch 25 bis 30 Paar Ochsen und

1) Schanz, Einiges über den Verkehr auf der baierischen Donau. Zeitschrift für Binnenschiffahrt, 1895.

Pferde hinaufgezogen werden, wobei z. B. die Kosten für einen Schleppdampfer mit 4 Anhängen 260 Kronen betragen haben sollen. Nachdem in der Zeit von 1854 bis 1866 ein zweites im sogenannten Waldwasser hergestelltes Fahrwasser sich gleichfalls bei niedrigen Wasserständen als ungeeignet erwiesen hatte, wurden von verschiedenen hervorragenden Ingenieuren Verbesserungsvorschläge aufgestellt, über die man viele Jahre lang beraten hat, ohne zu einem Entschluß zu kommen. Unter anderem wurde auch die Anlage einer Kammerschleuse vorgeschlagen.

Außer diesen Arbeiten wurden besonders in der Nähe von Linz eine Reihe anderer Strombauten und ferner ein 5,7 m breiter Leinpfad (»Treppelweg«) ausgeführt. Im Jahre 1861 wurde eine Normalbreite von 342 m (180 Klafter) festgesetzt.

In Niederösterreich war der Strom noch mehr verwildert und bildete in seinem Laufe viele sich stets verändernde Arme und Inseln. Besonders im Wiener Becken oberhalb der Hauptstadt waren die Hochfluten eine dauernde Gefahr für die Ufergemeinden und verursachten oft erhebliche Schäden. Nach mancherlei vergeblichen Versuchen durch örtliche Schutzbauten die Verhältnisse zu bessern, wurde schließlich nach dem gefährlichen Hochwasser von 1862 die Donau-Regulierungskommission eingesetzt, die im Jahre 1866 einen großen Entwurf aufstellte. Dieser bestand darin, daß die Donau auf der 13,27 km langen Strecke von Nußdorf bis Fischamend in einem großen Doppeldurchstich zusammengefaßt werden sollte, der beiderseits durch hochwasserfreie Dämme abgeschlossen wurde. Der Abstand der Dämme wurde zu 760 m bestimmt, von denen 285 m auf das Mittelwasserbett fielen. Das rechte an der Stadt Wien gelegene Ufer wurde bis zur Höhe des Dammes vollständig von der oberen bis zur unteren Mündung des Donaukanals aufgehöht. Dieser selbst wurde bei Nußdorf durch ein Sperrschiff gegen Eisgang und Hochwasser abgeschlossen. Am unteren Ende des Durchstichs wurde gleichzeitig ein Schutzhafen angelegt. Die Arbeiten wurden von 1869 bis 1875 ausgeführt und haben im allgemeinen den erhofften Erfolg gehabt.

An der ungarischen Donau waren die bedeutendsten Schiffahrthindernisse die vollständig verwilderte etwa 90 km lange Stromstrecke zwischen Preßburg und Gönyö, wo bei niedrigen Wasserständen zuweilen der Verkehr vollständig unterbrochen war, und die etwa 136 km lange Felsenstrecke von Bazias durch den Kazanpaß und das eiserne Tor bis Turn-Severin. Dort war die Schiffahrt fast alljährlich bei niedrigen Wasserständen für beladene Schiffe unterbrochen und die Waren mußten über Land befördert werden, ähnlich wie früher am Rhein zwischen Bingen und St. Goar. Während einer durchschnittlichen jährlichen Schiffahrtdauer von 275 Tagen konnten Schiffe mit 1,5 m Tiefgang dort nur an 158 Tagen fahren. Schon seit dem Jahre 1823 wurde von der Regierung die Verbesserung dieser sogenannten Katarakten-Strecke in Erwägung gezogen und im Jahre 1834 durch den Ingenieur Vasarhelyi eine Reihe von Felssprengungen ausgeführt.

Dieser hatte die Absicht, einzelne Stromschnellen und auch das eiserne Tor durch Schleusenkanäle zu überwinden. Dazu kam es nicht; aber es wurde von ihm von 1834 bis 1837 auf dem linken Stromufer die Szechenyi-Straße gebaut, so daß wenigstens eine brauchbare Landverbindung hergestellt war. In den Jahren 1855 und 1856 wurden wiederum bedeutende Sprengungen am eisernen Tor ausgeführt, ohne daß eine erhebliche Verbesserung der Fahrstraße erreicht wurde. Die ersten Dampfschiffe fuhren 1846 hindurch. Trotz dieser großen Hindernisse hat sich auf der unteren Donau besonders von Budapest ab in diesem Zeitraume ein bedeutender Schiffahrtverkehr nach den unteren Donauländern und zum Schwarzen Meere entwickelt, zumal dort vor dem Jahre 1870 die Eisenbahnen noch nicht in Wettbewerb traten.

Über den Umfang des Verkehrs auf der Donau kann nur wenig mitgeteilt werden: In Regensburg sind angekommen und abgegangen:

im Jahre	1847	etwa	17,5	Tausend	t	Güter
» »	1850	»	19,9	»	t	»
» »	1872	»	69,4	»	t	»

Über die baierisch-österreichische Grenze unterhalb Passau (bei Engelhartszell) sind gegangen:

	talwärts	bergwärts	zusammen
im Jahre 1850	—	—	246,1 Tausend Tonnen
» » 1860	—	—	299,6 » »
» » 1866	109,7	32,7	142,4 » »
» » 1870	230,5	48,4	278,9 » »

Der Talverkehr bestand vorwiegend aus Holz, der Bergverkehr vorwiegend aus Getreide. Der Schiffsverkehr über die Grenze war:

	1866		1870	
	talwärts	bergwärts	talwärts	bergwärts
Personendampfer	124	127	195	194
Güterdampfer	205	206	239	240
Geschleppte Schiffe	273	286	399	412
Ruderschiffe	1521	—	1846	—

In Wien soll der Güterverkehr auf der Donau im Jahre 1874: 1048,6 Tausend t betragen haben (?).

Frankreich. Nach den ersten Versuchen mit Dampfschiffen auf der Seine in den Jahren 1803 und 1816 (S. 91 u. 92) entstanden 1823 auf diesem Strome drei Gesellschaften, die mit zusammen 12 Heckraddampfern von je 34 m Länge und etwa 100 t Tragfähigkeit einen regelmäßigen Betrieb einrichteten. Doch blieben diese Unternehmungen zunächst ohne wirtschaftlichen Erfolg. Etwa 10 Jahre später entwickelte sich die Dampfschiffahrt auf vielen Flüßen, so weit das mangelhafte Fahrwasser es irgend erlaubte, besonders für die Personenbeförderung. Das Reisebedürfnis war am Anfange des 19. Jahrhunderts sehr groß und konnte besonders hinsichtlich der gewünschten Schnelligkeit weder durch die Posten noch durch die Marktschiffe befriedigt werden. In den dreißiger Jahren legten die Eilposten gewöhnlich nur 9 km, höchstens 15 km je Stunde zurück, während die mit Pferden getreidelten Postboote, z. B. auf dem Südkanal (Toulouse — Cette) ohne Anrechnung des Schleusenaufenthalts

stündlich 11 km, mit diesem Aufenthalt im Durchschnitt 8,5 km zurücklegten. Über den Personenverkehr auf dem Ourcqkanal (bei Paris) wird aus späterer Zeit (1840 bis 1850) berichtet, daß die für etwa 70 Personen Platz bietenden, vornehm ausgestatteten Kajütenboote von je 3 Pferden im Galopp gezogen wurden, die man alle 3 bis 5 km wechselte. Man erreichte dabei eine stündliche Geschwindigkeit von über 15 km und mit Berücksichtigung des Schleusenaufenthalts 13,4 km[1]).

Seit Mitte der dreißiger Jahre befuhren Personendampfer die Seine von Havre bis Paris hinauf, die Loire (seit 1837) von der Mündung bis Orleans, die Garonne bis hinauf nach Langon (nahe bei Castets, 50 km oberhalb Bordeaux), die Rhone bis Lyon, die Saone von dort aufwärts bis Chalons und die Mosel (seit 1839) zwischen Nancy und Metz. Einige Jahre hindurch bestand sogar (nach 1852) ein Dampferverkehr auf dem Rhein-Rhone-Kanal zwischen Straßburg und Lyon. Aber nur in den Mündungstrecken der großen Ströme, wo genügende Tiefen waren, konnten größere Dampfschiffe verkehren und eine Geschwindigkeit von etwa 25 km je Stunde erreichen; auf den anderen Stromteilen fuhren kleinere Schiffe mit etwa 30 cm Tiefgang, die 60 bis 80 Menschen aufnehmen konnten und stromauf 8 bis 10 km, stromab 15 bis 25 km je Stunde zurücklegten. Stärkere und größere Güterdampfer auf der Rhone mußten mit ganz besonderen Vorrichtungen (die »Grappins«) versehen werden, um die starken Gefälle überwinden zu können.

Anfangs der fünfziger Jahre wurde auch der Schleppbetrieb mit eisernen Lastschiffen eingeführt. In Lyon entstanden Gesellschaften (vgl. S. 7), die besonders vor dem Bau der Eisenbahnen einen lebhaften Verkehr nicht nur bis zum Meere, sondern auch weiter bis Marseille und zu anderen Küstenstädten unterhalten haben. Ein solches Unternehmen in Nantes, das mit mehreren Schleppdampfern und 22 eisernen Lastschiffen von je etwa 150 t Tragfähigkeit die Schiffahrt auf der Loire betrieb, wurde etwa 1852 von der Eisenbahngesellschaft Nantes-Lyon gekauft, um den unbequemen Wettbewerb zu beseitigen. Der Schleppbetrieb wurde eingestellt und der Schiffspark verkauft. (Ein Teil davon kam nach Würzburg, vgl. S. 111.)

Die Personendampfschiffahrt verlor mit dem weiteren Bau von Eisenbahnen überall ihre Bedeutung. Auf der Rhone hat die Güterschiffahrt dagegen, wenn auch mit großer Mühe, den Wettbewerb der Eisenbahn ausgehalten.

Von großer Wichtigkeit wurde für die Seine die Kettenschiffahrt (vgl. S. 122). Es wurden genehmigt: im Jahre 1854 die Kette in der Seine und Oise (83 km), 1856 in der oberen Seine bis Montereau (104 km), 1860 in der unteren Seine von Conflans bis Rouen (172 km) und 1869 eine kurze Strecke von 2 km in der Loire. (Später, 1873, noch 90 km in der Yonne.) Außerdem wurden vom Staate in den Scheitelhaltungen mit Tunneln der Kanäle von

1) V. Nördling, Die Selbstkosten der Eisenbahntransporte und die Wasserstraßenfrage. Wien 1885.

St. Quentin und von Burgund in den Jahren 1865 und 1866 Ketten von 20 und 6 km Länge verlegt. Diese Betriebe haben sich im allgemeinen gut bewährt.

Auf den wichtigsten Teil der französischen Binnenschiffahrt, die Kanalschiffahrt, hat die Erfindung der Dampfschiffe sonst keinen Einfluß ausgeübt. Dort blieb es bei dem seither üblichen Treidelbetrieb mit Pferden oder Eseln, seltener mit Menschen. Der Hauptverkehr mit Massengütern legte auf besondere Schnelligkeit damals keinen Wert. Aus dem Jahre 1830 wird z. B. berichtet, daß die mit Kohlen beladenen Schiffe von Mons nach Paris (jetzt 376 km; 69 Schleusen) viele Monate lang unterwegs waren. Auf anderen Kanälen war aber für wertvolle Güter ein besserer Betrieb eingerichtet, z. B. auf dem Südkanal von Toulouse nach Cette. Diese 250 km lange Strecke (jetzt mit 65 Schleusen) wurde mit Pferdetreidelei im Jahre 1836 in etwa 6 Tagen zurückgelegt, also je Tag etwa 42 km oder mit allen Aufenthalten etwa je Stunde 3 km. Außerdem gab es dort noch besondere Eilboote, die diese Strecke in der halben Zeit zurücklegten, was eine mittlere Geschwindigkeit von etwa 6 km je Stunde ergibt. Es ist erstaunlich zu erfahren, daß bei beschleunigtem Betriebe, besonders bei Personenbooten, der Aufenthalt an jeder Schleuse nicht mehr als 5 Minuten betragen haben soll.

Mit dem Bau von Kanälen wurde in der Zeit der Restauration fortgefahren. Wie früher mitgeteilt wurde (S. 71), waren im Jahre 1814 bereits 1213 km Kanäle vorhanden. Ein im Jahre 1820 veröffentlichter Regierungsentwurf erklärte es für wünschenswert, noch 10800 km neue Kanäle anzulegen; doch man begnügte sich vorläufig mit kleineren, aber ziemlich bedeutenden Unternehmungen: Es wurden der 196 km lange Loire-Seitenkanal von Digoin bis Briare mit 37 Schleusen (ohne Zweigkanäle) und der Ardennenkanal beschlossen, der 88 km lang mit 44 Schleusen die Aisne bei Vieux-lès-Asfeld mit der Maas bei Pont-à-Bar (zwischen Sedan und Mézières) verbindet. Ferner wurde der Deulekanal, 51 km lang mit 7 Schleusen, der von Lille nach Douai führt, und der anschließende Roubaixkanal genehmigt, der 20 km lang mit 12 Schleusen die Wasserscheide zwischen der Lys und der Schelde überschreitet. Beide Kanäle verbinden das französische Industriegebiet mit dem belgischen Wasserstraßennetz. Um hierfür und zur Fertigstellung der vorher begonnenen Kanäle die erforderlichen Geldmittel aufzubringen, wurden durch die Gesetze von 1821 und 1822 Anleihen im Betrage von etwa 126 Millionen gemacht. Dabei wurde beschlossen, daß die Geldgeber neben der Verzinsung auch auf eine Reihe von Jahren Anteil am Reingewinne haben und bei der Festsetzung der Tarife mitwirken sollten. Dies erwies sich später als verhängnisvoll, weil man zur Ablösung dieser Berechtigungen in den Jahren 1845 bis 1870 große Geldsummen aufwenden mußte.

Unter Louis Philipp wurde eine Reihe von früher begonnenen Bauten fertiggestellt und eine Zahl neuer bedeutender Kanäle beschlossen: 1837 der Marne-Seitenkanal, 67 km lang mit 13 Schleusen, von Vitry-le-françois nach Epernay (Dizy); 1838 der Garonne-Seitenkanal, 193 km lang mit 60 Schleusen,

von Toulouse bis Castets oberhalb Bordeaux; vor allem der damals 320 km lange Marne-Rhein-Kanal mit 180 Schleusen, der von Vitry-le-françois an der Marne nach Straßburg am Rhein führt und mit Maas, Mosel und Saar in Verbindung steht. (Von diesem Kanal entfiel im Jahre 1871 eine 104,5 km lange Strecke, die auf S. 108 beschrieben worden ist, auf Deutschland.)

Am Ende des Jahres 1847 waren 4170 km Kanäle im Betriebe und etwa 600 km im Bau. Zu dieser Zeit betrug die Länge der genehmigten Eisenbahnlinien bereits 4042 km, war also fast so groß wie die Länge der fertiggestellten Kanäle. Damals begann der Kampf zwischen Lokomotiven und Schiffen, in dem die Franzosen rasch für die ersteren Partei nahmen. Schon im Jahre 1844 hatten sich Stimmen erhoben, die verlangten, man solle die überlebten Kanalbauten einstellen und auf die Unterbauten des Garonne- und des Marne-Rhein-Kanals lieber Schienen legen. Aber die Kanäle wurden vollendet und wie Malezieux[1]) mitteilt, »inmitten allgemeiner Teilnahmlosigkeit« in den Jahren 1855 und 1853 eröffnet.

Unter Napoleon III wurden die angefangenen Bauten fertiggestellt, neue Wasserstraßen anfangs aber nur in sehr geringem Umfange beschlossen, da die öffentliche Meinung ganz mit der Entwicklung der Eisenbahnen beschäftigt war. Das änderte sich beim Abschluß des freihändlerischen Handelsvertrags mit England im Jahre 1860, durch den die Eingangszölle bedeutend herabgesetzt wurden. Zur Unterstützung der klagenden Eisenindustrie sollten auch die Eisenbahntarife ermäßigt werden und, als die Bahngesellschaften sich weigerten, erinnerte sich die Regierung der Binnenschiffahrt. Es wurden die Kanalabgaben herabgesetzt, eine große Zahl von Privatkanälen verstaatlicht und wieder eine Reihe neuer Wasserstraßenlinien genehmigt. Unter diesen ist die Fortführung des Marne-Seitenkanals von Vitry nach Donjeux (jetzt 67 km mit 15 Schleusen), des Seine-Seitenkanals von Marcilly nach Troyes (44 km mit 15 Schleusen) und der Saarkohlenkanal (66 km mit 28 Schleusen), der im Jahre 1871 an Deutschland fiel (S. 113), besonders zu erwähnen. Man erblickte gegenüber der Macht der Eisenbahngesellschaften in der Binnenschiffahrt einen »modérateur nécessaire«.

Der künstliche Aufstau (Kanalisierung) der Flüsse war seit dem Beginn der Kanalbauten in Frankreich nicht mehr beliebt, weil man mit den festen Wehren schlechte Erfahrungen gemacht hatte. Das änderte sich mit der Erfindung der Nadelwehre durch Poirée im Jahre 1834, als das erste in der oberen Yonne bei Basseville gebaut war. Es wurde dann eine Reihe von Flüssen aufgestaut, z. B. die obere und die untere Seine, die Marne, Oise, Yonne, Aisne, Sambre, Saone usw., namentlich unter Napoleon III. Die Schleusen in diesen Strömen erhielten meistens größere Abmessungen als in den Kanälen, etwa 40 bis 50 m Länge und 6 bis 8 m Breite; die Schleusen in der Seine waren noch größer.

1) Cours de navigation intérieure.

Dem Ausbau der natürlichen Wasserstraßen (der offenen Ströme) wurde wenig Sorgfalt zugewendet. Während der Restauration wurde die Seine innerhalb der Stadt Paris verbessert und unter Louis Philipp wurden einige Geldmittel für Seine, Marne und Lot verausgabt. Die in den Jahren 1860 bis 1870 unter Napoleon III. ausgeführten Verbesserungen an der Rhone dienten, abgesehen von Leinpfadbauten, vorwiegend zum Uferschutz und landwirtschaftlichen Zwecken.

Es bleibt hervorzuheben, daß vom Jahre 1837 an alle Wasserstraßen auf Staatskosten gebaut und unterhalten worden sind.

Vor dem Ausbruch des Krieges von 1870 sind die Längen und die Baukosten der französischen Wasserstraßen die folgenden gewesen[1]):

Wasserstraßen	Länge in km	Baukosten im ganzen Mill. Francs	Baukosten je km Francs
Kanäle	4 754	786	165 000
Kanalisierte Flüsse	3 323	250	133 000
Andere schiffbare Flüsse. .	3 011	148	49 000
zusammen	11 088	1184	

Nach anderen Mitteilungen (von Nördling) betrug im Jahre 1870 die Länge der Kanäle 4560 km und die der Flüsse 6700 km, zusammen 11 260 km. Die Angaben schwanken auch in französischen Quellen, zumal die künstlich aufgestauten Flüsse zuweilen zu den Kanälen gerechnet wurden. Nach der vom französischen Ministerium der öffentl. Arbeiten veröffentlichten Statistik (1898) betrug die Länge der Kanäle im Jahre 1870: 4888 km.

Über den tonnenkilometrischen Güterverkehr auf dem französischen Wasserstraßennetz liegen Mitteilungen seit 1847 vor. Damals betrug er bei zusammen 10450 km Wasserstraßen 1813 Millionen tkm und im Jahre 1868 bei zusammen 11 250 km Wasserstraßen 2172 Millionen tkm.

Der Frachtsatz je tkm soll auf den Kanälen im Jahre 1835 im Durchschnitt 1,2 Pf. (1,5 Cts.) betragen haben, wozu noch die Kanalabgaben traten, die damals im Durchschnitt je tkm zu 1,5 Pf. (1,8 Cts.) angegeben wurden; zusammen also 2,7 Pf. Im Jahre 1872 betrug der durchschnittliche Frachtsatz nach amtlicher Feststellung 1,26 Pf. (1,47 Cts.) auf den Kanälen und 1,6 Pf. (2 Cts.) auf den Flüssen.

Die Höhe der Kanalabgaben schwankte zu verschiedenen Zeiten und auf den verschiedenen Kanälen erheblich. Für die mit der oben erwähnten Anleihe von 1822 gebauten Kanäle wurden zugunsten der Gläubiger z. B. Abgaben festgesetzt, die etwa 10 mal so hoch waren wie die genannten Durchschnittsabgaben von 1835. Sie wurden im Jahre 1845 aber bedeutend ermäßigt. Die wirklich erhobenen Abgaben waren im Durchschnitt:

in den Jahren .	1847	1859	1861
Pfennige je tkm .	0,54	0,38	0,21
Centimes je tkm	0,67	0,48	0,26

1) Lucas, Etudes sur les voies de communication de la France, für die Wiener Weltausstellung 1873 im Namen der französichen Regierung.

Der im Jahre 1867 eingeführte Tarif bestimmte die Abgabe

	für Güter I. Klasse	II. Klasse
auf Kanälen zu	0,40 Pf. (0,5 Cts.)	0,16 Pf. (0,2 Cts.)
auf Flüssen zu	0,16 Pf. (0,2 Cts.)	0,08 Pf. (0,1 Cts.)

Der durchschnittliche Frachtsatz würde sich also für das Jahr 1870 und für Güter II. Klasse ergeben: 1,26 + 0,16 = 1,42 Pf. auf Kanälen und 1,60 + 0,08 = 1,68 Pf. auf Flüssen.

Die Frachten waren nach anderen Mitteilungen höher: Die Kohlenfracht war z. B. auf der Linie vom Pas-de-Calais nach Paris und von Paris nach Lyon im allgemeinen 1,6 Pf. (2 Cts.), während sie auf dem Rhein-Marne-Kanal 1,28 Pf. (1,6 Cts.) betrug — ohne Kanalabgaben. Es ist beachtenswert, daß die Frachten auf den Strömen, selbst bei der Talfahrt, nicht niedriger waren als auf den Kanälen. Übrigens soll, nach amtlicher Angabe, die Schiffsfracht auf der Linie Paris—Lyon vor Eröffnung der Eisenbahn 4,8 Pf. (6 Cts.) je tkm betragen haben. In dem oben (in der Fußnote) genannten Werke von Lucas ist gesagt, daß die Gesamtfracht auf den französischen Wasserstraßen zwischen 1,6 Pf. (2 Cts.) und 4 Pf. (5 Cts.) schwankte, im Durchschnitt aber 2,4 Pf. (3 Cts.) betragen hat.

Der staatlich festgesetzte Tarif der Kettenschleppschiffahrt betrug für die untere Seine (1860) je tkm 0,8 Pf. (1 Cts.) bei der Bergfahrt und 0,32 Pf. (0,4 Cts.) bei der Talfahrt. Leere Schiffe zahlten je nach ihrer Tragfähigkeit 16 bis 40 Pf.

Die Größe der Schiffe hat bis 1870 insofern zugenommen, als sie völliger gebaut wurden. Die größten Kanalschiffe waren 35 m lang, 5 m breit und hatten bei 1,5 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von 230 t. Die Penischen von 38 m Länge und 280 t Tragfähigkeit sollen damals noch selten gewesen sein.

Die Wasserstraßen von **Belgien** (Mittellauf der Maas mit der Sambre und die Schelde mit ihren schiffbaren Nebenflüssen Rupel, Dendre, Lys mit Deule und Scarpe) stehen mit den nordfranzösischen Wasserstraßen in vielfacher Verbindung. Bei der Entstehung des belgischen Staats (1830) waren 1619 km Wasserstraßen vorhanden, von denen 156 dem Staat, 1034 den Provinzen, 111 den Gemeinden und 318 Gesellschaften gehörten. Durch Neubau und Erwerb wurde die Länge der staatlichen Straßen schnell vermehrt: Sie betrug 1840 schon 808 km und 1870 etwa 1630 km. In diesem Jahre war die gesamte Länge der belgischen Wasserstraßen etwa 2000 km. Da Antwerpen für ganz Belgien der Haupthafenplatz ist, so konnte die Binnenschiffahrt erst aufblühen, nachdem diese Stadt durch die Verträge mit den Niederlanden (von 1795, 1835 und 1842) wieder freien Zugang zum Meere erhalten hatte.

Über einige der ältesten künstlichen Wasserstraßen ist schon früher (S. 72) berichtet worden. Durch den Kanal von Willebroeck war Brüssel in nördlicher Richtung mit dem Rupel und der Schelde verbunden und in den Jahren 1827 bis 1832 wurde auch die lange erstrebte Verbindung nach Süden mit der Sambre und dem Maasgebiet durch den Kanal von Brüssel nach Charleroi hergestellt. Nachdem 1836 auch die Zweiglinie nach dem Kohlengebiet bis Roeuls fertig war, wurde der ganze Kanal 1839 vom Staate erworben. Diese für Brüssel sehr wichtige 74 km lange Wasserstraße war nur für Schiffe von kleinen Abmessungen erbaut; denn die 55 Schleusen hatten nur eine nutzbare Länge von 19 m und eine Breite von 2,7 m. (Seit 1854 ist man mit der Erweiterung des Kanals beschäftigt.)

Die Sambre bildet eine wichtige Abfuhrstraße für die Kohlen von Charleroi, sowohl abwärts nach Lüttich wie aufwärts nach Frankreich. Schon

im 17. Jahrhundert versuchte man das Fahrwasser zu verbessern und die Mühlenstaue zu überwinden. Im Jahre 1825 wurde mit umfangreichen Arbeiten zum künstlichen Aufstau des Flusses sowohl in Belgien wie in Frankreich begonnen: 1835 hatte man in Belgien 1 m Tiefe erreicht und erzielte durch die weiteren Arbeiten von 1860 bis 1864 eine durchgehende Mindesttiefe von 2,1 m. In Frankreich schloß man an die künstlich aufgestaute Flußstrecke bei Landrecies den 67 km langen Kanal zur Oise bei La Fere nahe bei Chauny, der 1828 fertig wurde.

Im Gebit der oberen Schelde ist der Nebenfluß Lys von besonderer Wichtigkeit, die ihre Quelle im französischen Kohlengebiet des Pas-de-Calais hat und bei Gent in die Schelde mündet. Ihr Oberlauf war in Frankreich schon in früheren Zeiten durch den Kanal von Neufossé (S. 69) mit der Aa bei Omer in Verbindung gebracht worden. Die Schiffbarmachung der Lys hat 1723 mit dem Bau mehrerer Schleusen begonnen, 1750 wurde sie notdürftig schiffbar bis zu dem erwähnten Kanal bei Aire und in der Zeit von 1863 bis 1869 wurde der künstliche Aufstau durch Schleusen von 41,5 m Länge und 5,4 m Breite zum Abschluß gebracht.

Die Maas hatte innerhalb Belgiens und der Niederlande von jeher ein seichtes und stark gekrümmtes schlechtes Fahrwasser bis zur Einmündung der Dieze, nahe bei Herzogenbusch. Es wurde deshalb durch die holländische Regierung von diesem Orte aufwärts bis Maastricht in den Jahren 1823 bis 1826 ein 129 km langer Kanal hergestellt, der auch »Süd-Wilhelmsfahrt« genannt wird. Die 22 Schleusen dieses für die Verbindung mit dem Rhein wichtigen Kanals sind 50 m lang und 7 m breit; die Tiefe beträgt jetzt 2,3 m.

Oberhalb Maastricht versuchte man in der belgischen Strecke seit 1840 den Fluß durch Längsdämme einzuschränken und zu vertiefen. Da dies nicht gelang, wurde, im Einvernehmen mit Holland, im Jahre 1850 ein Seitenkanal von Lüttich bis Maastricht hergestellt. 1856 erbaute man darauf bei Lüttich die ersten Wehre und hat in den Jahren 1862 bis 1867 den Strom aufwärts bis Namur künstlich aufgestaut.

Der Kanal von Maastricht nach Herzogenbusch liegt zum Teil in Belgien, zum Teil in Holland. Auf belgischem Gebiet wurde bei Bocholt, nahe der Grenze, im Jahre 1858 ein neuer Kanal in westlicher Richtung nach Antwerpen abgezweigt, der »Verbindungskanal zwischen Maas und Schelde« oder auch »Kempenkanal« genannt wird und 86 km lang ist. An diesen Kanal wurden mehrere Seitenkanäle (Beverloo, Hasselt) angeschlossen, von denen der von Turnhout später (1866 bis 1874) bis Antwerpen fortgesetzt wurde.

Der Schiffahrtbetrieb war in dieser Zeit auf den belgischen Wasserstraßen ebenso wie auf den französischen, soweit nicht der Verkehr mit dem Rhein n Betracht kam.

In **Holland** wurde außer dem vorbesprochenen Kanal von Herzogenbusch zwischen 1819 und 1870 noch eine Reihe anderer künstlicher Wasser-

straßen angelegt, z. B. der 48 km lange Overysselkanal nach Koevorden (1851 bis 1855), der 28 km lange Nord-Wilhelm-Kanal nach Groningen (1856 bis 1862) und anschließend der schon (S. 71) erwähnte Emskanal. Besonders bemerkenswert sind die beiden Kanäle durch die beiden Inseln Süd-Beveland und Walcheren, die zwischen der Westerschelde und der Osterschelde liegen. Als anfangs der sechziger Jahre die Eisenbahn nach Vlissingen gebaut wurde, schien es billiger und zweckmäßiger, die beiden stark versandeten Stromarme mittels Dämmen zu überschreiten und an ihrer Stelle Kanäle durch die Inseln herzustellen[1]). Der Kanal durch Süd-Beveland, auch Kanal von Hansweert genannt, ist besonders für den Verkehr von Antwerpen zum Rhein von Bedeutung. Beide Wasserstraßen sind 6 bis 7,5 m tief und dienen zugleich der Seeschiffahrt; sie wurden in den Jahren 1867 und 1871 eröffnet.

Der Binnenschiffahrtbetrieb auf dem Rhein und seinen Seitenarmen hat sich während dieser Zeit wie in Deutschland entwickelt und ist dort besprochen worden.

England. Durch Bells »Comet« (S. 92) war die Dampfschiffahrt auf dem Clyde eingeführt und hat sich schnell auf den Strömen Englands entwickelt. Aber der Verkehr auf dem größten Teil der Binnenschiffahrtstraßen, auf den Kanälen und aufgestauten Flüssen, blieb davon unbeeinflußt, seit die ersten Versuche zum Schleppen der Kanalschiffe gescheitert waren. Man blieb dort bei der Treidelei mit Pferden.

Mit dem Bau von Kanälen wurde fortgefahren. In der Zeit von 1800 bis 1830 wurden noch 30 neue Unternehmungen genehmigt[2]). Dann hörte der Kanalbau auf und es begann die Herrschaft der Eisenbahnen. Die ersten, etwa in der Zeit von 1815 bis 1820 gebauten Eisenbahnen waren von geringer Länge und lediglich Zubringer für die Wasserstraßen. Das änderte sich, nachdem im Jahre 1825 die erste Verkehrslinie von Stockton nach Darlington eröffnet war und die Lokomotiven größere Geschwindigkeiten erreichten[3]). Die schnell gebildeten Eisenbahngesellschaften erleichterten sich den Wettbewerb mit den Wasserstraßen, indem sie wichtige Teile davon käuflich in ihre Hände brachten und sie durch entsprechende Tarifgestaltung lahm legten. Das war um so leichter durchführbar, als die großen durchgehenden Wasserstraßen meistens im Besitz verschiedener Kanalgesellschaften waren, die keine Gemeinschaft miteinander hatten. Als diese zur Gegenwehr sich im Jahre 1844 vereinigten, war es zu spät. Der früher sehr hohe Wert des Kanaleigentums ging schnell zurück und soll bis zum Jahre 1871 nur noch ein Drittel betragen haben. Die Eisenbahngesellschaften erwarben immer mehr Kanäle, stellten den Betrieb auf ihnen sogar zum Teil vollständig ein und bauten sie zu Eisenbahnen um, bis dies durch ein Gesetz von 1873 verboten wurde. Nur wenigen Wasserstraßen gelang es, den Wettbewerb aus-

1) Müller, Friedrich, Das Wasserwesen der niederländischen Provinz Zeeland. Berlin 1898.
2) Eger, Die Binnenschiffahrt in Europa und Nordamerika. Berlin 1899.
3) Die Lokomotive »Rocket« lief im Jahre 1829 schon 56 km je Stunde.

zuhalten (z. B. der Aire- und Calderschiffahrt), besonders durch Einführung der Dampfkraft. Die Versuche zum Bau geeigneter Schleppdampfer wurden fortgesetzt. Schon im Jahre 1831 hatte Fairbairn einen Kanalschlepper mit einem innen liegenden Schaufelrade hergestellt nnd im Jahre 1855 wurden am Kanal von Leeds nach Liverpool weitere Versuche mit anderen Schiffen gemacht. Vor 1860 kam es aber nicht zu wirklichen Erfolgen. Erst mit einem Schraubendampfer gelang es 1879 auf dem Kanal 6 Schiffe mit je 40 t Ladung zu schleppen. Bei den geringen Breiten der Kanäle von 10 bis 15 m im Wasserspiegel und den Tiefen von 1,2 bis 1,5 m war es außerordentlich schwer, geeignete Schleppdampfer zu bauen.

Um die Binnenschiffahrt zu unterstützen, griff wiederholt die Gesetzgebung ein, indem den Kanalgesellschaften erlaubt wurde, ihre gesetzlich festgelegten Tarife beliebig zu ändern und auf ihren Kanälen mit eigenen Schiffen und eigenen Pferden das Frachtgeschäft zu betreiben, was bis dahin verboten war. Im Jahre 1858 wurde auch der weitere Erwerb von Kanälen durch Eisenbahngesellschaften und im Jahre 1863 der Abschluß von Betriebsverträgen, durch die sie Einfluß auf die Wasserstraßen erhielten, von der Genehmigung des Parlaments abhängig gemacht.

Nach dem amtlichen Nachweis des Handelsamts waren im Jahre 1888 folgende Wasserstraßen vorhanden:

	Unabhängige km	In der Hand von Eisenbahnen km	Zusammen km
In England u. Wales	3260	1648	4908
» Schottland	113	136	249
» Island	826	155	981
zusammen	4199	1939	6138
Es wurden i. J. 1888 befördert: Millionen deutsche Tonnen	28,7	8,15	36,85

(Aus dem Jahre 1870 standen keine Angaben zur Verfügung.)

Nordamerika. Es scheint wichtig, auch einen Blick auf Nordamerika zu werfen, wo die Binnenschiffahrt in der Zeit vom Anfang des 19. Jahrhunderts bis zum Jahre 1870 einen bedeutenden Aufschwung genommen hat. Wie bei der Erschließung aller neuen Erdteile bildeten zunächst, in Ermangelung von Landstraßen, die Ströme die wichtigsten Verkehrstraßen. Dazu kamen nach dem glänzenden Erfolge Fultons im Jahre 1807 (S. 91) die Dampfschiffe, die in Amerika schnell auf allen Wasserstraßen heimisch wurden. Im Jahre 1812 sollen in Amerika schon 50 Dampfschiffe vorhanden gewesen und auch das erste auf den Mississippi gekommen sein. Dieser Strom mit seinen Nebenflüssen wurde 1822 von 70 und 1840 von etwa 1000 Dampfern befahren. Neben Fulton haben sich besonders die beiden Ingenieure John und

Robert Stevens um die Entwicklung der amerikanischen Seitenraddampfschiffe verdient gemacht. Von ihnen wurde 1822 die Maschine mit oben liegendem zweiarmigem Balancier eingeführt, die sich dort ziemlich unverändert bis in die neueste Zeit erhalten hat. Es wurden damals mit diesen Schiffen Geschwindigkeiten von 25 bis 30 km je Stunde erreicht[1]). Außer diesen Seitenraddampfern wurden besonders für die kleineren Flüsse mit schlechtem seichtem Fahrwasser auch Heckraddampfer gebaut, bei denen das Heckrad durch lange hölzerne, außenbords liegende Schubstangen angetrieben wurde. Diese Bauweise wurde auf dem Ohio allgemein üblich.

Auch der Schleppbetrieb wurde in Nordamerika sehr bald eingeführt, da dort im Schiffahrtbetriebe weder alte Gewohnheiten und Überlieferungen, noch besondere Vorrechte zu überwinden waren, wie in Europa. Sowohl im Flußgebiet des Mississippi wie auf dem Hudson und anderen Strömen, die in das Atlantische Meer münden, wurde dieser Betrieb schnell allgemein üblich. Bei der Verwendung von Heckraddampfern wurden die, gewissermaßen zu einem großen Floß verbundenen, verhältnismäßig kleinen Lastschiffe durch den am hinteren Ende befestigten Dampfer geschoben.

Künstliche Wasserstraßen sind seit 1816 in großer Zahl in Nordamerika hergestellt worden. Die ersten wurden zunächst für kleine Schiffe (bis 50 t) eingerichtet und bei wachsendem Verkehr und zunehmender Bevölkerung des Landes erweitert oder umgebaut. Die später (etwa 1840) hergestellten Kanäle waren schon für Schiffe von 100 bis 150 t und darüber bestimmt. Sie wurden zum Teil von den Einzelstaaten, zum Teil von Gesellschaften gebaut, die zuweilen durch Staat oder Gemeinde unterstützt wurden. Auch trat häufiger Besitzwechsel ein.

Es sind in den Vereinigten Staaten drei größere Gruppen von Wasserstraßen zu unterscheiden: die im Staate New-York, die von der atlantischen Küste in das Kohlengebiet von Pennsylvanien führenden Straßen und die Wasserstraßen im Ohio- und Mississippigebiet. Bei der ersten Gruppe handelt es sich um die Verbindung von New-York durch den Hudson mit dem Erie- und Ontariosee, um namentlich das Getreide aus dem Westen nach dem Hafen von New-York zu bringen; die zweite Gruppe dient zur Beförderung von Kohlen, Anthrazit u. dgl. nach den Häfen an der atlantischen Küste und die dritte Gruppe verbindet das Kohlengebiet auf der Westseite des Alleghanygebirges mit den großen Seen und dem Mississippibecken.

Von den Kanälen im Staate New-York ist der Eriekanal am wichtigsten, der den Hudson bei Albany mit dem Eriesee bei Buffalo verbindet. Im Jahre 1796 begann eine unter Georg Washingtons Leitung stehende Gesellschaft das Werk mit dem Aufstau und Ausbau der beiden Flüsse Mohawk und Oneida für Schiffe von nur 16 t Tragfähigkeit. Der Staat übernahm 1816

1) Matschoß, Hundert Jahre Dampfschiffahrt. Zeitschr. d. V. D. I. 1907, S. 1286, wo auch andere Quellen angeführt sind. Ferner: Die Entwicklung der Dampfmaschine. Von demselben Verfasser. Berlin 1908.


Wasserstraßen in Nord-Amerika.
Maßstab:
100 50 0 100 km.
Oberer-See
Sault Ste. Marie
MICHI-
-GAN
Huro
Alpena
WISCONSIN
Euclaire
Green Bay
Fox R.
Portage
Mississippi
Wisconsin R.
MILWAUKEE
Michigan-See
Saginaw
Gr. Rapids
DETROIT
Davenport
Rock Island
Peru
Lasalle
Hennepin
CHICAGO
TOLEDO
Defiance
Wabash und Erie-Canal
Keokuk
Illinois
Quincy
ILLINOIS
INDIANA
INDIANAPOLIS
COLUMBU
O
CINCINNATI
Missouri
ST. LOUIS
Kaskaskia R.
Wabash R.
White R.
Ohio
LOUISVILLE
Kentucky R.
Licking R.
Evansville
Mississippi
Green R.
KENTUCKY
Cairo
Portsmouth
Huntington
Louisa
Paintsville

Verlag von W



mn in Leipzig

das Unternehmen und vollendete bis zum Jahre 1825 die Schiffahrtstraße, die bei einer Länge von 583 km und 1,05 m Wassertiefe für Schiffe von 70 t eingerichtet wurde. Später wurde sie wiederholt verbessert und bis 1862 so erweitert, daß bei 2,1 m Wassertiefe Schiffe von 225 t verkehren konnten. Die Zahl der Schleusen von 33,5 m Länge und 5,5 m Breite war 72, die Sohlenbreite des Kanals 17 m. Die Fortbewegung der Schiffe erfolgte durch Pferde- oder Maultiertreidelei in ähnlicher Weise wie in Frankreich. Der Weg von Buffalo bis Albany wurde im Durchschnitt in 243 Stunden zurückgelegt. (Bei Tag- und Nachtfahrt in etwa 11 Tagen; Eilboote sollen nur 7 Tage gebraucht haben.) An den Schleusen war nur ein Aufenthalt von etwa 10 Minuten, weil die Durchschleusung selbst in 4 bis 8 Minuten bewirkt werden konnte. Von Albany bis New-York wurden die Schiffe auf dem Hudson meistens in großen Zügen (50 bis 80 Stück) durch starke Dampfer stromab geschleppt. Jedes Schiff soll jährlich etwa 6 Reisen gemacht haben. Auf der 45 km langen Scheitelstrecke wurde etwa um das Jahr 1870 Drahtseiltauerei eingeführt, die sich aber nicht bewährt hat; ebensowenig der Betrieb mit Schleppdampfern.

An den Hauptkanal wurden noch 7 Zweigkanäle angeschlossen, von denen die bedeutendsten der Oswegokanal und der Champlainkanal sind. Der erstere verbindet mit 61 km Länge und 18 Schleusen den Hauptkanal bei Syrakuse mit dem Ontariosee bei Oswego, während der zweite nahe bei der Einmündung des Hauktkanals in den Hudson nach Norden abzweigt und mit 130 km Länge und 32 Schleusen zum langgestreckten Champlainsee führt. (Dieser See, der wegen seiner geringen Wassertiefe (1,2 m) nur von kleineren Schiffen befahren werden konnte, ist von der kanadischen Grenze aus durch den Chamblykanal und den Richelieufluß mit dem Lorenzstrom bei Montreal verbunden.)

Der Erfolg des Eriekanals, der dem Hafen von New-York ein gewaltiges Hinterland erschloß, war bedeutend: Die Beförderungskosten für eine Tonne Getreide von den großen Seen sanken von etwa 400 Mark auf 40 Mark. Damit gewann dieser Hafen vor allen anderen an der atlantischen Küste einen großen Vorsprung.

Der Güterverkehr auf dem Hauptkanal und den beiden erwähnten Zweigkanälen war schwankend.

		1837	1847	1857	1867	1871	1880
Er betrug im Jahre		1837	1847	1857	1867	1871	1880
Hauptkanal . .	Millionen Tonnen:	0,67	1,66	1,57	2,92	3,58	4,15
Oswegokanal . .	» »	0,16	0,44	0,60	0,94	0,94	0,43
Champlainkanal .	» »	0,26	0,31	0,55	1,05	1,10	1,20

Diese Angaben sind in englischen Tonnen (je 1016 kg) gemacht.

Nachdem zwischen New-York und Buffalo zwei Eisenbahnlinien erbaut waren, ging der größte Teil des gesamten Güterverkehrs allmählich auf diese über — trotz aller Verbesserungen des Kanals und der Betriebsmittel und trotz der Herabsetzung der Kanalabgaben. Von dem ganzen Güterverkehr zwischen diesen beiden Städten wurden in den Jahren 1856 bis 1860 im Durchschnitt 51,2 v. H. zu Wasser und 48,8 v. H. mit der Bahn befördert; dagegen war das Verhältnis in der Zeit von 1868 bis 1872 schon 28,8 v. H. zu 71,2 v. H.[1]). Von 1880 ab ging

1) Mosler, Die Wasserstraßen in den Vereinigten Staaten. Berlin 1877. Eger, Die Binnenschiffahrt in Europa und Nordamerika. Berlin 1899.

auch die Verkehrsmenge auf dem Kanal überhaupt zurück. Die Fracht kostete im Jahre 1872 mit der Eisenbahn je tkm etwa 4,1 Pfennig und zu Wasser 2,6 Pfennig; dabei ist aber der Wasserweg (rund 800 km) um etwa 110 km länger, sodaß der ganze Frachtunterschied nicht erheblich war. (Die niedrigsten Frachtsätze waren infolge des zunehmenden Wettbewerbs im Jahre 1895: 1,03 Pfennig auf der Eisenbahn und 0,42 Pfennig auf dem Wasserwege.)

Die von Buffalo beförderten Güter waren Getreide, Holz, Leder, Felle und Salz. Als Rückfracht waren nur Kohlen von Bedeutung. Infolge des Wettbewerbs der Eisenbahnen und der Dampfschiffe auf den großen Seen sind aber z. B. im Jahre 1871 nur 103820 t Kohlen auf dem Kanal nach Buffalo befördert worden, während auf die beiden daneben laufenden Eisenbahnen etwa die vierfache Menge entfiel.

Das Kanalnetz in Pennsylvanien ist in den Jahren von 1816 bis 1840 entstanden. Zum Teil besteht es aus Seitenkanälen, zum Teil verbindet es die Ströme Hudson, Delaware und Susquehanna mit einander. Der letztere mündet nebst dem Potomak und dem Jamesflusse in die Chesapeakebucht und durch diese sowie durch die Kanäle ist im Binnenlande eine wertvolle Verbindung zwischen Richmond, Washington, Baltimore, Philadelphia und New-York entstanden. Die pennsylvanischen Kanäle (etwa 680 km) sind sämtlich von den Bergwerkgesellschaften gebaut worden. Ihre Abmessungen waren verschieden; doch hatten sie meistens Wassertiefen von 1,4 m bis 1,9 m und wurden mit Schiffen von 140 t bis 190 t, ausnahmsweise von 280 t Tragfähigkeit befahren. Technisch bemerkenswert ist der 1825 bis 1833 erbaute Morriskanal, bei dem an Stelle der Schleusen »geneigte Ebenen« angewendet wurden. Der Güterverkehr auf den Kanälen war zum Teil bedeutend und erreichte bei einzelnen 1,5 Millionen t. Als im Jahre 1841 die erste Eisenbahn in das Kohlengebiet kam, ging der Wasserverkehr allmählich zurück. Die meisten Kanäle wurden von den Eisenbahngesellschaften angekauft und in eigenen Betrieb (mit eigenen Schiffen und Pferden) genommen. Die Hauptlinien von 560 km Länge, die 1857 von der Pennsylvania-Eisenbahngesellschaft gekauft worden waren, wurden im Jahre 1867 eine selbständige Pennsylvania-Kanal-Gesellschaft.

Die Kanäle zwischen der Chesapeakebucht und New-York (z. B. der Chesapeake-Delaware-Kanal und der Delaware-Raritan-Kanal) haben den Wettbewerb mit der Eisenbahn ausgehalten, weil sie größere Breiten, Wassertiefen von 2 bis 2,7 m und wenige Schleusen hatten, so daß größere Schiffe mit durchschnittlich 170 t Ladung verkehren konnten. Dort hat sich auch der Dampfschleppbetrieb schnell und erfolgreich eingebürgert. Im Jahre 1872 entfielen z. B. von dem gesamten Güterverkehr zwischen New-York und Philadelphia 85 v. H. auf die Wassersraße.

Im Ohiogebiet, dessen Mittelpunkt Cincinnati war, entstand in den Jahren 1825 bis 1835 eine Reihe von Kanälen zur Verbindung mit den großen Seen, um namentlich Getreide auf diesem Wege nach den östlichen Seehäfen zu befördern. Besonders zu erwähnen sind der Ohiokanal (507 km lang), der von Portsmouth am Ohio nach Cleveland am Eriesee, der Miamikanal (438 km), der von Cincinnati nach Toledo am Erisee, und der Wabash-Erie-Kanal (300 km), der von dem Wabashflusse (Nebenfluß des Ohio) durch den

Staat Indiana zu dem vorgenannten Kanale bei Defiance und somit gleichfalls nach Toledo führte. Die beiden ersten standen im Eigentum des Staats, der letzte gehörte einer vom Staat unterstützten Gesellschaft. Alle diese Kanäle haben seit der Erbauung der Eisenbahnen ihre Bedeutung vollkommen verloren, zumal sie bei kaum 1,2 m Wassertiefe nur Schiffe von 65 t tragen konnten. Einzelne Seitenkanäle wurden sogar zugeschüttet und zum Bau neuer Eisenbahnlinien benutzt.

Erwähnenswert ist noch der von Chicago nach Lasalle am Illinois führende Illinois-Michigan-Kanal (163 km), der in den Jahren 1836 bis 1848 in größeren Abmessungen (12,8 m Sohlenbreite, 1,8 m Tiefe und 16 Schleusen) erbaut ist und eine Verbindung von Chicago mit dem oberen Mississippi und St. Louis herstellte. Es verkehrten dort Schiffe bis zu 170 t und man hat auch den Verkehr mit Dampfbooten versucht. Der Staat Illinois übernahm den Kanal im Jahre 1871.

Auf den natürlichen Wasserstraßen hat die Binnenschiffahrt in Nordamerika besonders im Mississippibecken bis 1870 den Wettbewerb mit den Eisenbahnen gut überstanden. Der Kohlenversand von dem westlichen Abhange des Alleghanygebirges, von Pittsburg und dem Monongahelagebiet durch den Ohio zum Mississippi und auf diesem abwärts bis New-Orleans (etwa 3360 km) hatte schon bis 1870 einen ganz bedeutenden Umfang erreicht. (Diese Stadt hat im Jahre 1875 von dort etwa 2,5 Millionen t Kohlen erhalten und auf dem Ohio sollen 1873 im ganzen 1,875 Millionen t Kohlen verschifft sein.)

Der für die Schiffahrt wichtigste Nebenfluß des Ohio ist der bei Pittsburg einmündende, künstlich aufgestaute Monongahela. Im Jahre 1836 begann eine Gesellschaft mit den Arbeiten zur Schiffbarmachung. Später hat die Bundesregierung das Unternehmen zu Ende geführt. Es ist eine Flußstrecke von 163 km in 9 Stufen aufgestaut und eine Wassertiefe von 1,8 m erreicht worden. Die Schleusen haben 76 m Länge und 17 m Breite und die Lastschiffe (bis zu 600 t Tragfähigkeit) wurden durch Schleppdampfer fortbewegt. Der Verkehr hat sich gut entwickelt. Es wurden befördert in den Jahren:

	1845	1855	1865	1870
Millionen t Kohlen:	0,19	0,90	1,60	2,34

Der Wettbewerb der Eisenbahn hat diesen Verkehr mithin nicht geschädigt. An Schiffahrtabgaben wurden im Jahre 1870 etwa 430000 Mark vereinnahmt.

Im übrigen bestehen auf den offenen natürlichen Wasserstraßen in Amerika keinerlei Abgaben und die Schiffahrt wird auch nicht, wie in Europa, durch Mühlenstaue behindert. Die Schiffe auf dem Ohio und auf dem Mississippi waren meistens etwa 40 m lang, 7,3 m breit, 2,25 m hoch und hatten eine Tragfähigkeit von 400 bis 500 t. Die größeren Lastschiffe, bis zu 55 m Länge und 8,5 m Breite mit Tragfähigkeiten von 800 bis 1000 t, wurden in der Regel nur für eine einmalige Talfahrt bis New-Orleans aus leichtem Fichtenholz gebaut und am Ende der Reise verkauft oder zerschlagen.

Die Fracht von Pittsburg bis New-Orleans (etwa 3200 km) betrug um die Mitte der siebziger Jahre im Durchschnitt 4 Mark je t, also 0,125 Pfennig je tkm.

Bis zum Jahre 1880 sind in den Vereinigten Staaten, einschließlich 768 km aufgestauter Flüsse, im ganzen 8301 km künstliche Wasserstraßen hergestellt worden. Davon wurden 3125 km wieder vollständig aufgegeben und zum Teil zugeschüttet, sodaß nur 5176 km im Betrieb geblieben sind.

In Kanada wird die Hauptwasserstraße von dem Lorenzstrom gebildet und von den mit ihm zusammenhängenden großen Seen, die bis Duluth im äußersten Westen 3820 km lang ist. Die unterste Strecke von Quebec bis Montreal ist seit 1844 allmählich bis auf 8,3 m vertieft und eine Seewasserstraße geworden. Von Montreal aufwärts bis zum Ontariosee sind die Stromschnellen durch 7 Seitenkanäle von 70 km Länge mit 27 Schleusen von 82 m Länge und 13,6 m Breite, und der Niagarafall zwischen dem Ontario- und dem Eriesee ist durch den 43,5 km langen Wellandkanal mit 26 Schleusen von gleichen Abmessungen umgangen worden. Diese Wasserstraße wurde in den Jahren 1824 bis 1833 von einer Gesellschaft hergestellt und 1841 von der Regierung übernommen. Ursprünglich waren die Kanäle mit einer Wassertiefe von 2,4 bis 2,7 m angelegt; sie sind allmählich weiter vertieft, bis zu 4,27 m im Jahre 1888, sodaß jetzt Schiffe von 1500 t Tragfähigkeit darauf verkehren können.

Auch in den großen Seen wurde das Fahrwasser ursprünglich sowohl in Kanada wie in den Vereinigten Staaten nur mit einer Tiefe von 2,8 m hergestellt und unterhalten; seit 1857 ist es allmählich bis auf 6 m vertieft worden. Der Schiffahrtbetrieb hat jetzt fast alle Eigenschaften der Seeschiffahrt.

Die Verbindung zwischen dem Oberen See und dem Huronsee bei Sault St. Marie hatte bei 1,2 km Länge ein Gefälle von 5,3 m und war daher ein bedeutendes Schiffahrthindernis. Zur Umgehung wurde von der Regierung der Vereinigten Staaten 1855 ein 2,4 km langer Kanal mit einer Koppelschleuse von 106,4 m Länge, 22,9 m Breite und 3,5 m Tiefe angelegt.

Bei dem bedeutenden Verkehr und der wachsenden Größe der Schiffe genügte diese Schleuse bald nicht mehr und wurde 1881 durch eine neue von 157 m Länge, 24,4 m Breite und 4,9 m Tiefe ersetzt. Im Jahre 1895 wurde eine dritte Schleuse von 244 m Länge, 30,5 m Breite und 6,4 m Wassertiefe erbaut. Zu gleicher Zeit wurde auch auf dem kanadischen Ufer ein 1,2 km langer Kanal mit einer Schleuse von 275 m Länge, 18,3 m Breite und 6,1 m Wassertiefe gebaut, sodaß zurzeit außer der ersten beseitigten Schleuse noch deren 3 vorhanden sind. Der Verkehr ist dort ganz bedeutend: Im Jahre 1909 fuhren durch beide Kanäle 13570 Schiffe mit etwa 60000 Fahrgästen und 59 Millionen t Güter. Von den letzteren entfielen 30,6 Millionen auf die Vereinigten Staaten und 28,4 Millionen auf Kanada. Im Jahre 1889 war der gesamte Güterverkehr nur 7,5 Millionen t. Die Wasserstraße ist jährlich 4 bis 5 Monate lang durch Eis gesperrt. Abgaben werden nicht erhoben.

Die anderen Kanäle in Kanada am Ontariosee und am Lorenzstrom sind meistens nach 1870 erbaut und für Schiffe bis su 690 t Tragfähigkeit eingerichtet, die entweder mit eigener Dampfkraft fahren oder geschleppt werden. Sie haben Wassertiefen von 1,5 bis 2,7 m. Außer dem schon erwähnten (S. 155) Chamblykanal sind der 202 km lange Rideaukanal, die Ottawakanäle und die Trentkanäle zu nennen. Alle kanadischen Wasserstraßen gehören dem Staate.

Durch den Wellandkanal wurden an Gütern befördert:

im Jahre	1867	1872	1882	1892	1896
Millionen t:	0,93	1,33	0,79	0,95	1,28

Abschnitt III.

Die Förderung der Binnenschiffahrt durch Vereine und Kongresse.

Etwa im Jahre 1870 waren die wichtigsten Eisenbahnlinien in Mitteleuropa gebaut. Wenn man untersucht, welchen Einfluß die Einführung der Dampfschiffahrt und der Eisenbahnen bis zu diesem Zeitpunkt auf die Binnenschiffahrt ausgeübt haben, bemerkt man leicht, daß dieser Einfluß auf den natürlichen Wasserstraßen ein anderer war, als auf den Kanälen. Die Dampfschiffahrt hat auf allen natürlichen Wasserstraßen, so weit sie ihr zugänglich waren, einen kräftigen Aufschwung der Schiffahrt herbeigeführt. Mit der Eröffnung der Eisenbahnen ging der Verkehr zunächst überall insoweit zurück, als die Beförderung von Personen und von besonders wertvollen Gütern aufhörte, weil die Wasserstraße in bezug auf Schnelligkeit, Sicherheit und Pünktlichkeit hinter den gesteigerten Ansprüchen zurückblieb. Im übrigen hat die Binnenschiffahrt nur dort den Wettbewerb mit den Eisenbahnen erfolgreich ausgehalten, wo Massengüter zur Beförderung vorhanden waren und wo sie bei genügend tiefem oder mindestens genügend breitem Fahrwasser durch Einstellung größerer Schiffe und Einrichtung eines zweckmäßigen Schleppbetriebs ihre Selbstkosten vermindern und mithin die Frachten herabsetzen konnte. Auf diesen Wasserstraßen verdankt die Schiffahrt ihren Aufschwung und die Fortschritte in ihrem Betriebe gewissermaßen den Eisenbahnen. Das trifft in Deutschland unbedingt auf den Rhein (mit Ausnahme des Oberrheins) und die Elbe zu, vielleicht in gewissem Sinne auch auf die Havel, die untere Oder und den unteren Pregel, also auf den Nahverkehr bei den großen Städten Berlin, Stettin, Königsberg. Auf den anderen Strömen hörte die Schiffahrt entweder ganz auf, wie auf dem oberen Rhein und der oberen Donau, oder sie wurde sehr unbedeutend, wie auf Neckar, Main, Mosel, Weser, Warthe und Netze.

Anders war es bei den Kanälen. Dort hat die Erfindung des Dampfschiffs keine Veränderung des Betriebs und des Erfolgs herbeiführen können, höchstens durch Heranschleppen der Kanalschiffe aus den benachbarten offenen Strömen. Die in England und in Amerika oft angestellten Versuche, auf den verhältnismäßig schmalen Kanälen mit Dampfbooten zu schleppen, führten im allgemeinen zu keinen wirtschaftlichen Erfolgen. Die Beschädigungen der Kanalufer und der Kanalsohle waren außerdem so bedeutend,

daß die Versuche bald eingestellt wurden. Bei der Einführung der Eisenbahnen zeigte es sich bald, daß im allgemeinen die Kanalschiffahrt mit Fahrzeugen von weniger als etwa 100 t Tragfähigkeit nicht mehr wirtschaftlich war. Die mit so kleinen Abmessungen gebauten Kanäle in England und Amerika wären auch ohne den gewaltsamen Eingriff der Eisenbahngesellschaften wettbewerbsunfähig geworden. In Deutschland zeigte sich das z. B. beim Klodnitzkanal und beim Stecknitzkanal, während der Rückgang auf dem Ludwigkanal mehr auf das mangelhafte Fahrwasser in den anschließenden Stromstrecken zurückzuführen ist. Andere Kanäle hingegen, deren Bauwerke und Abmessungen eine Vergrößerung der Schiffe bis zu Tragfähigkeiten von 150 t und mehr zuließen, haben zwar durch die Eisenbahnen einen Teil ihrer wertvollen Güter verloren und zeitweilig eine gewisse Verkehrsabnahme gezeigt, später aber mit Erfolg den Wettbewerb ausgehalten. Das zeigt sich z. B. bei den meisten preußischen Kanälen in der Mark und bei den französischen Kanälen.

Bei den durch Wehre aufgestauten und nur durch Schleusen zugänglichen Strecken der natürlichen Wasserstraßen konnte eine Vergrößerung der Schiffe meistens nicht eintreten und auch die Tauchtiefe konnte nicht vermehrt werden, weil zwischen den Stauwerken gewöhnlich noch Gefällstrecken von ungenügender Wassertiefe lagen. Aus diesem Grunde hörte z. B. der große Verkehr auf der Ruhr fast vollständig auf und ähnlich lagen die Verhältnisse bei der Lahn, der Lippe und der Ems. Die Schleusen in der Havel und Spree hatten dagegen verhältnismäßig große Abmessungen und waren für die Vergrößerung der Schiffe damals kein Hindernis.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß diese genannten Flüsse im allgemeinen nicht zum Zweck der Schiffahrt künstlich aufgestaut (kanalisiert) waren. Die Schleusen waren vielmehr nur zur Überwindung der Mühlenstaue angelegt. Ebenso lagen die Verhältnisse an der Saale und der oberen Oder. Der künstliche Aufstau der Flüsse zum Zweck der Schiffbarmachung, also der Einbau von Wehren und Schleusen in bestimmten Abständen, hat im allgemeinen in Deutschland erst nach dem Jahre 1870 begonnen (Brahe, obere Netze, unterer Main, obere Oder, Fulda usw.). Einzelne Zwischenstufen wurden allerdings schon früher, z. B. an der Saar, der Ems, der oberen Havel, der Netze und den mecklenburgischen Wasserstraßen ausgeführt.

Bemerkenswert ist ferner, daß kurze Wasserstraßen oder kurze Zweige (Nebenflüsse) von großen Wasserstraßen, wo beim Übergange zur Hauptwasserstraße ein Umladen der Güter auf andere Schiffe nötig war, den Wettbewerb der Eisenbahn nicht aushalten konnten. In früheren Jahrhunderten (S. 24) war das Umladen von geringer Bedeutung; in der Zeit der Eisenbahnen wurden aber bei den höheren Arbeitslöhnen die Kosten des Umladens oft für die Feststellung der Frachten ausschlaggebend und bei kurzem Wasserwege war die Beförderung durch die Eisenbahn oft billiger.

Die Einwirkung der Eisenbahnen auf die Binnenschiffahrt war gewaltig. Die öffentliche Meinung, namentlich der Handelswelt, verfolgte die Entwickelung des Eisenbahnnetzes mit größter Aufmerksamkeit und hielt im allgemeinen die volkswirtschaftliche Bedeutung der Binnenschiffahrt, die seit Jahrhunderten den Güterverkehr vermittelt und auch durch den Bau der Kunststraßen ihre Bedeutung nicht verloren hatte, jetzt für erloschen. Auch die Staatsregierungen und Landesvertretungen schlossen sich mehr oder

minder dieser Ansicht an. Auf der anderen Seite gab es aber namentlich in Deutschland eine große Zahl von weiterschauenden Männern, besonders von Vertretern der Industrie, der Volkswirtschaft und des Ingenieurwesens, die in Anbetracht des damals beginnenden großen wirtschaftlichen Aufschwungs überzeugt waren, daß die Eisenbahnen den Anforderungen von Handel und Verkehr in bezug auf Billigkeit der Güterbeförderung auf die Dauer nicht genügen würden. Sie waren der Meinung, daß die Binnenschiffahrt auch in Zukunft im Verkehrsleben ein wichtiges Glied bleiben würde.

Am 18. Juni 1869 erließen 32 solche Männer, an deren Spitze Friedrich Harkort stand, einen Aufruf zur Bildung des »Zentralvereins für Hebung der deutschen Fluß- und Kanalschiffahrt«. Dieses Vorgehen hatte Erfolg. Bei der ersten im Oktober d. J. abgehaltenen Hauptversammlung in Berlin waren schon 825 Mitglieder, darunter 51 Magistrate, Handelskammern und andere Körperschaften dem Verein beigetreten. Die nächstliegende Aufgabe war die Umstimmung und Aufklärung der öffentlichen Meinung über den wirtschaftlichen Wert und die Bedeutung der Binnenschiffahrt. Das wurde erstrebt durch Vorträge und Verhandlungen in dem monatlich in Berlin zusammentretenden Großen Ausschuß und in Wanderversammlungen, ferner durch die Tagespresse und durch besondere Druckschriften. Außerdem wurden Zweigvereine gegründet, die sich über ganz Norddeutschland ausdehnten und überall die Beteiligten zu gemeinschaftiichem Vorgehen in gleichem Sinne vereinten. Aus der Erkenntnis des Werts der Binnenschiffahrt folgte das Bestreben zur Verbesserung und Vermehrung der natürlichen und künstlichen Wasserstraßen, zur weiteren Ausbildung der Betriebs- und Fortbewegungseinrichtungen, zur Verbesserung der Fahrzeuge, zur Hebung des Schifferstandes usw. Viele Mitglieder, die den Landesvertretungen angehörten, sorgten auch in diesen bei passenden Gelegenheiten für die Verbreitung ihrer Überzeugung. Diese Bestrebungen hatten guten Erfolg: Auch Bismarck stimmte ihnen zu und der Generalfeldmarschall Graf von Moltke nahm z. B. selbst an einer Ausschußsitzung teil, als über die Frage des Nord-Ostsee-Kanals verhandelt wurde. Der Verein gewann bald ein großes Ansehen in Deutschland. Die Landesregierungen ersuchten ihn öfters um Gutachten in Sachen der Binnenschiffahrt und zogen ihn bei Beratungen über solche Fragen hinzu. Die gedruckten Niederschriften über die Verhandlungen in den Sitzungen wurden seit 1882 durch andere wertvolle Aufsätze erweitert und als »Mitteilungen des Zentralvereins« an alle Mitglieder versandt. Im Jahre 1894 wurden die Drucksachen in die Form einer monatlich zweimal erscheinenden »Zeitschrift für Binnenschiffahrt« umgewandelt, die im Buchhandel erscheint und auf diese Weise auch fernerstehende Kreise über alle wichtigen Vorgänge auf dem Gebiet der Binnenschiffahrt unterrichtet. Gelegentlich einer Änderung der Satzung wurde der Namen des Vereins im Jahre 1908 in »Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt« umgeändert. Im Jahre 1910

gehörten zu ihm: 13 Zweigvereine, etwa 230 körperschaftliche Mitglieder (darunter 80 Stadtverwaltungen und 68 Handelskammern) und etwa 800 Einzelmitglieder.

Außer den Zweigvereinen entstanden in Deutschland noch eine Reihe selbständiger Vereine mit gleichen Zielen. Hervorzuheben ist der im Jahre 1892 gegründete »Verein für Hebung der Fluß- und Kanalschiffahrt in Baiern« mit dem Sitze in Nürnberg, der sich des besonderen Wohlwollens des Prinzen Ludwig von Baiern erfreut. In Österreich entstanden schon früher der Elbeverein in Aussig und der Donauverein in Wien. Der letztere nahm später den Namen »Zentralverein für Fluß- und Kanalschiffahrt in Österreich« an.

Daß auch die Presse zur Unterstützung der Bestrebungen des Zentralvereins herangezogen wurde, ist schon erwähnt worden. Besonders ist hier die Wochenschrift »Das Schiff« zu nennen, die im Jahre 1880 von Dr. von Studnitz in Dresden begründet wurde, seit mehreren Jahren aber in Berlin erscheint. Das von den meisten an der Binnenschiffahrt in Deutschland beteiligten Behörden, Gesellschaften und Einzelpersonen gelesene Blatt hat zur Verbreitung aller bemerkenswerten Vorgänge und Ereignisse auf diesem Gebiete und damit zur Förderung der Binnenschiffahrt in anerkennenswerter Weise mitgewirkt.

Andererseits haben die geschilderten, erfolgreichen Bestrebungen auch einen gewissen Gegendruck hervorgerufen. Sie wurden namentlich aus den der Eisenbahn nahestehenden Kreisen in Wort und Schrift bekämpft, indem behauptet wurde, daß die Eisenbahnen ebenso wohlfeil befördern könnten, wie die Wasserstraßen und daß der Bau neuer Kanäle unwirtschaftlich wäre, weil sie die Kosten nicht einbringen[1]).

Auch diese Gegenschriften, wenn man sie so nennen darf, dienten zur Klärung der Wasserstraßenfrage, indem sie sie von einem anderen Standpunkte aus untersuchten und zur Widerlegung der angeführten Beweisgründe Veranlassung gaben.

Von großer Bedeutung für die Entwicklung der Binnenschiffahrt wurden die internationalen Schiffahrtkongresse. Sie verdanken ihre Entstehung einer im Jahre 1884 abgehaltenen Wanderversammlung des Westdeutschen Fluß- und Kanalvereins, wo in einer Sitzung in der Börse von Bremen der belgische Ingenieur Gobert auf die Zweckmäßigkeit des internationalen Gedankenaustausches hinwies. Da sein Vorschlag den Beifall der anwesenden deutschen, belgischen und holländischen Teilnehmer fand, bemühten sich Gobert und die in Brüssel, in Brügge, in Löwen und in Mecheln bestehenden Vereinigungen zur Hebung der Binnenschiffahrt und zur Herstellung von Seekanälen die belgische Regierung dafür zu erwärmen. Sie erreichten das gewünschte Ziel: Der Minister für Landwirtschaft, Gewerbe und öffentliche Arbeiten, v. Moreau, unterbreitete dem König Leopold II. einen

1) Wir erwähnen: v. Nördling, Die Selbstkosten der Eisenbahn-Transporte und die Wasserstraßen-Frage, Wien 1885 und Ulrich, Staffeltarife und Wasserstraßen, Berlin 1894.

entsprechenden Antrag und dieser erklärte sich mit der Einladung zu einem internationalen Binnenschiffahrtkongresse nach Brüssel einverstanden. So trat der erste Kongreß im Mai 1885 in dieser Stadt zusammen. Der zweite Kongreß wurde im Jahre 1886 in Wien abgehalten, der dritte 1888 in Frankfurt a. M., der vierte 1890 in Manchester, der fünfte 1892 in Paris, der sechste 1894 im Haag, der siebente 1898 wieder in Brüssel, der achte 1900 gelegentlich der Weltausstellung wieder in Paris, der neunte 1902 in Düsseldorf, der zehnte 1905 in Mailand und der elfte 1908 in St. Petersburg. Der zwölfte wird 1912 in Philadelphia, in Nordamerika, zusammentreten. Die ersten 6 Kongresse haben sich nur mit der Binnenschiffahrt beschäftigt[1]). Im Haag wurde im Jahre 1894 jedoch beschlossen, auch die Seeschiffahrt aufzunehmen. Die daran zunächst beteiligten Kreise hatten bereits in den Jahren 1889 in Paris und 1893 in London internationale Kongresse veranstaltet, hegten aber den Wunsch, sich mit der Binnenschiffahrt zu gemeinsamer Tätigkeit zu verbinden. Der siebente Kongreß in Brüssel vereinigte daher zum ersten Male beide Arten von Schiffahrt und führte ebenso wie die folgenden den Namen »internationaler Schiffahrtkongreß«. Die Einladungen an die einzelnen Staaten und alle an der Schiffahrt beteiligten Kreise und Personen wurden in der Regel durch Vermittelung einer sogenannten Organisationskommission von den betreffenden Staaten, Handelskammern oder Städten erlassen, in Manchester ausnahmsweise von der Direktion des Manchester-Seekanals. Diese trugen auch im allgemeinen die Kosten des Kongresses, soweit sie nicht durch die Beiträge der Teilnehmer gedeckt wurden. Die Beteiligung war von vornherein eine große und stieg immer mehr: Die Zahl der Teilnehmer am ersten Kongresse war 376, sie stieg beim fünften Kongresse schon auf nahe 1000 und überschritt diese Grenze weiterhin noch um mehrere Hunderte[2]). Fast alle an der Schiffahrt beteiligten Kulturstaaten der Welt, einschließlich China und Japan, haben allmählich durch Absendung von Vertretern ihre Teilnahme an den Bestrebungen der Kongresse bewiesen.

Die große Teilnehmerzahl war später in gewisser Weise nachteilig, weil die Veranstaltungen zur Aufnahme des Kongresses mühevoller und kostspieliger wurden und die persönliche Bekanntschaft und der mündliche Gedankenaustausch zwischen den Teilnehmern aus den verschiedenen Ländern erschwert wurde.

In dem Verlauf der einzelnen Kongresse entwickelte sich schnell eine gewisse Regelmäßigkeit. Die Dauer war gewöhnlich eine Woche. Zur Eröffnung und zum Schlusse wurden Vollversammlungen und dazwischen Abteilungssitzungen abgehalten, in denen über die einzelnen Fragen beraten wurde. Die Beschlüsse der Abteilungen wurden in der Schlußsitzung vorgetragen und dort endgültig verabschiedet. Mit diesen Verhandlungen waren bei einer Reihe von Kon-

1) Weber von Ebenhof berichtet über die ersten 6 Kongresse ausführlich in dem Buche »Bau, Betrieb und Verwaltung der natürlichen und künstlichen Wasserstraßen auf den internationalen Binnenschiffahrtkongressen«. Wien 1895.

2) Von den auswärtigen Gästen entfiel die Mehrzahl gewöhnlich auf Deutschland und Frankreich.

gressen lehrreiche Ausstellungen aus dem Gebiet der Schiffahrt verbunden und außerdem wurden Ausflüge veranstaltet, bei denen die auswärtigen Teilnehmer Gelegenheit fanden, die Wasserstraßen des Landes und den Schiffahrtbetrieb kennen zu lernen.

Den wichtigsten Teil des Kongresses bildeten die Beratungen in den Abteilungen, von denen anfangs vier bis fünf, später jedoch nur zwei (für Binnenschiffahrt und für Seeschiffahrt) eingerichtet wurden. Auch die Zahl der zu behandelnden Fragen wurde allmählich vermindert (von 18 auf 6), wodurch die Beratungen eingehender und die Ergebnisse wertvoller wurden. Die Aufstellung dieser Fragen lag in der Regel in den Händen der Organisationskommission, die dabei die von den früheren Kongressen ausgesprochenen Wünsche berücksichtigte. Dann wurden in den besonders an den Kongressen beteiligten Ländern geeignete Sachverständige gebeten, Berichte [1]) zu verfassen und der Kommission einzusenden, die für die Übersetzung in die Kongreßsprachen (deutsch, französisch und englisch), für die Drucklegung und für die Verteilung an die angemeldeten Teilnehmer schon einige Wochen vor dem Beginn der Versammlung sorgte. Auf diese Weise kam man vorbereitet in die Abteilungsitzungen und es genügte vor dem Eintritt in die Beratungen, wenn die Berichterstatter aus ihren Arbeiten kurze Auszüge mitteilten. Seit dem Düsseldorfer Kongresse (1902) wurde eine Verbesserung dieses Verfahrens eingeführt, indem für jede Frage vor Beginn des Kongresses von der Organisationskommission ein Generalberichterstatter berufen wurde. Dieser stellte das Ergebnis der aus den verschiedenen Ländern eingelaufenen Berichte in sachlicher Weise zu einem kurzen Generalbericht zusammen, der wiederum in die drei Kongreßsprachen übersetzt, gedruckt und vor dem Kongreß den Teilnehmern zugestellt wurde. Indem allein der Generalberichterstatter in der Abteilungsitzung seinen Bericht vortrug und Vorschläge für die zu fassenden Beschlüsse machte, wurde das Verfahren wesentlich und ohne Schaden für die Sache vereinfacht. In Düsseldorf wurden auch zuerst neben den wenigen Fragen, deren Beantwortung die Hauptaufgabe des Kongresses bildete, die sogenannten »Mitteilungen« eingeführt. Das waren in gleicher Weise angefertigte Berichte über Gegenstände von augenblicklich geringerer Wichtigkeit oder über Beobachtungen, die von Einzelnen auf Sondergebieten gemacht waren. Über diese Mitteilungen wurden später in gleicher Weise Generalberichte zusammengestellt und im Kongresse zur Beratung gestellt, soweit die Zeit dazu ausreichte. Es wurden darüber jedoch keine Beschlüsse gefaßt.

Die Veranstaltung der Kongresse durch stets neu einzusetzende Organisationkommissionen hatte sich als umständlich und unzweckmäßig herausgestellt und es wurde auf dem zweiten Brüsseler Kongreß 1898 ein Ausschuß eingesetzt, der untersuchen sollte, ob sich nicht eine dauernde Kommission einrichten ließe. Auf dessen Vorschlag wurde von dem zweiten Pariser Kongresse im Jahre 1900 beschlossen, eine »ständige Kommission der Schiffahrtkongresse« mit dem Sitz in Brüssel und gleichzeitig einen »internationalen ständigen Verband der Schiffahrtkongresse« (Association internationale permanente des congrès de navigation) zu schaffen. Dieser Verband setzt sich nach den im Jahre 1902 in Düsseldorf festgestellten Satzungen aus den Vertretern der Staaten und Körperschaften, die einen jährlichen Beitrag zahlen, und den persönlich beigetretenen Mitgliedern zusammen, die an Stelle des Kongreßbeitrags von 25 Francs nunmehr einen fortlaufenden jährlichen Beitrag von 10 Francs zahlen und dafür alle Drucksachen des Verbandes erhalten. Die Leitung des Verbandes liegt in der Hand der erwähnten ständigen Kommission, die aus etwa 50 Vertretern der meistbeteiligten Staaten besteht und für die Einberufung und die obere Leitung der Kongresse sowie für die Aufstellung der Fragen sorgt. Die Beschlüsse dieser mindestens alljährlich zusammentretenden Kommission werden durch ein ständiges Bureau und einen

1) Es wurde auch nötig, die Zahl der Berichte zu vermindern, die allmählich beinahe hundert erreicht hat.

Geschäftsausschuß in Brüssel[1]) ausgeführt, die auch die laufenden Verbandsgeschäfte besorgen. Für die Dauer eines jeden Kongresses wird außerdem eine örtliche Kongreßleitung mit den erforderlichen Ausschüssen bestellt.

Lfde. Nr.	Beteiligte Staaten	Betrag der jährlichen Beihilfe der Regierung		Beiträge der Körperschaften	Beiträge der Mitglieder	Gesamtbetrag nach Ländern
		Geldsorte des Landes	Francs	Francs	Francs	Francs
1	Deutschland	4000 Mark	5 000	5 285	2 790	13 075
2	Belgien	—	8 000	1 300	2 190	11 490
3	Frankreich	—	5 000	4 520	1 870	11 390
4	Vereinigte Staaten	1000 Dollar	5 000	500	2 760	8 260
5	Rußland	—	7 000	350	550	7 900
6	Japan	2000 Yen	5 090	20	130	5 240
7	Italien	2500 Lire	2 500	1 080	1 320	4 900
8	Niederlande	1200 Gulden	2 500	420	870	3 780
9	Österreich	2000 Kronen	2 080	590	920	3 590
10	Spanien	—	3 000	150	270	3 420
11	Portugal	—	3 000	30	100	3 130
12	Großbritannien	—	2 500	50	450	3 000
13	Argentinien	—	2 000	20	640	2 660
14	Brasilien	2000 Kronen	2 000	110	190	2 300
15	Ungarn	—	2 080	—	90	2 170
16	Schweden	—	1 250	310	320	1 870
17	Rumänien	—	1 500	—	90	1 590
18	Dänemark	—	1 000	200	340	1 540
19	Norwegen	—	1 070	—	30	1 100
20	Kanada	—	1 000	—	30	1 030
21	Chile	—	1 000	—	30	1 030
22	Mexiko	750 Kronen	1 000	—	20	1 020
23	China	—	1 000	10	—	1 010
24	Belgisch Kongo	—	1 000	—	—	1 000
25	Peru	—	1 000	—	—	1 000
26	Schweiz	—	250	270	160	680
27	Uruguay	—	500	100	20	620
28	Bulgarien	—	500	—	20	520
29	Algerien	—	500	—	—	500
30	Europ. Donau Kom.	—	500	—	—	500
31	Ekuador	—	500	—	—	500
32	Griechenland	—	500	—	—	500
33	Int. Suez-Kanal-Gesellsch.	—	500	—	—	500
34	Türkei	—	250	—	40	290
35	Serbien	—	250	—	20	270
36	Monako	—	250	—	20	270
37	Franz. West-Afrika	—	250	—	—	250
38	Indochina	—	250	—	—	250
39	Persien	—	250	—	—	250
40	Siam	—	250	—	—	250
41	Tunis	—	250	—	—	250
42	Brit. Indien	—	—	10	70	80
43	Nied. Indien	—	—	10	10	20
44	Neuseeland	—	—	—	20	20
45	Kapkolonie	—	—	—	10	10
46	Ägypten	—	—	—	10	10
47	Marokko	—	—	—	10	10
			73 320	15 325	16 400	105 045

1) Der Generalsekretär dieses Ausschusses war viele Jahre lang, bis 1910, der Ingénieur en chef, Directeur des ponts et chaussées, A. Dufourny.

Nach diesen neuen Einrichtungen sind bereits die Kongresse in Mailand und St. Petersburg abgehalten worden. Der Verband hat sich sehr gut entwickelt. Die Zahl der persönlichen Mitglieder betrug im Jahre 1911 schon 1640. Im übrigen gibt die vorstehende Zusammenstellung einen Überblick über die Beteiligung in diesem Jahre.

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, wie fast alle Staaten der Welt jetzt an diesen Kongressen beteiligt sind. Daß von den wichtigsten Kulturstaaten vorwiegend dabei die Binnenschiffahrt gefördert werden soll, ergibt sich daraus, daß auf allen Kongressen die bei weitem größere Zahl der Teilnehmer dieser ersten Abteilung angehörten[1]).

Der Erfolg der Kongresse ist nicht gerade in den Beschlüssen, sondern vielmehr in den vorgelegten Berichten und den darüber gepflogenen Beratungen zu finden. Es ist selbstverständlich, daß die Beschlüsse meistens nur ganz allgemein gehalten werden konnten. Wenn z. B. die Frage der Zweckmäßigkeit von Abgaben auf Kanälen behandelt wird, so hat es keinen Sinn, wenn der Kongreß einfach mit ja oder nein entscheidet; denn in jedem Lande sind die politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse andere. Der Wert der Verhandlungen liegt vielmehr darin, daß in den Berichten die Einrichtungen und die gemachten Erfahrungen in den verschiedenen Ländern mitgeteilt und ihre Vorzüge und Nachteile bei der Beratung miteinander verglichen werden, so daß jeder für sein Vaterland daraus die entsprechenden Folgerungen ziehen kann. Der größte Teil der in den Kongressen vorgelegten Berichte ist darum für die Entwicklung der Binnenschiffahrt von erheblichem Wert und sie werden in den folgenden Teilen dieses Buches an entsprechender Stelle berücksichtigt werden. Doch scheint es zweckmäßig, die wichtigsten Fragen und Berichte hier kurz aufzuführen, soweit sie allein die Binnenschiffahrt betreffen[2]).

Der **erste** Kongreß in Brüssel war gewissermaßen vorbereitend. Von den vielen aufgestellten Fragen kamen nur wenige zur Verhandlung und noch weniger zu einer Entscheidung. Das lag an der Neuheit der Sache. Es fanden aber beachtenswerte Beratungen über das Verhältnis von Schleusen zu Hebewerken statt und es wurde ferner der Wunsch ausgesprochen, daß durch Versuche die zweckmäßigsten Betriebsarten für den Schiffzug auf Kanälen erforscht werden möchten.

Der **zweite** Kongreß in Wien war in einigen Beziehungen grundlegend. Das zeigen die Fragen: Welches ist der wirtschaftliche Wert der Wasserstraßen? (Bericht von Sympher), Feststellung der Normalprofile für Kanäle und Dimensionierung (Abmessung) der Bauwerke auf Binnenwasserstraßen (Schlichting) und Organisierung (Einrichtung) des Binnenschiffahrtbetriebs (Schromm).

Vom **dritten** Kongreß in Frankfurt a. M. sind folgende Fragen zu erwähnen: Vervollkommnung der Statistik des Binnenschiffahrtverkehrs (Dr. von Studnitz); Verbesserung der Schiffbarkeit der Flüsse oberhalb der Flutgrenze des Meeres (Schlichting); Welches sind die geeignetsten Fahrzeuge und deren Fortbewegungsmittel auf den dem großen Verkehr dienenden Binnenwasserstraßen (Dill)?

Im **vierten** Kongreß zu Manchester wurden wichtige Berichte über »Zustand, Betrieb und Betriebskosten der Wasserstraßen« in den einzelnen Ländern vorgelegt, namentlich von Frankreich (Holtz), England (Sauer, Bartholomew, Marten, Wells), Rußland (Sytenko,

1) Vgl. F. B. de Mas, Souvenirs de neuf congrès de navigation. Brüssel 1907.

2) Diese Berichte und andere Drucksachen des Verbandes sind im Buchhandel nicht erschienen.

Timonoff, Hoerschelmann), Belgien (Dufourny), Niederlande (van der Sleyden), Italien (Bompiani und Luigi), Schweden (Lindgren), Spanien (Llaurado); ferner »Über die Fortbewegungsmittel auf Kanälen und Flüssen« (Wanderseil) von Dr. Moritz Levy. Außerdem erklärte sich der Kongreß mit dem Bericht über die Verbesserung der Statistik einverstanden, der von dem in Frankfurt eingesetzten Ausschuß vorgelegt wurde.

Der **fünfte** Kongreß in Paris beschäftigte sich zunächst mit dem Bau und der Unterhaltung der Kanäle. Dazu gehörte namentlich die Befestigung der Ufer (Peslin-Frankreich, van der Sleyden-Holland, Schlichting-Deutschland), die Anlage von Wasserbehältern zur Speisung (besonders in Frankreich) und die Sperrung der Kanäle zum Zweck der Ausbesserungen (Frankreich, Belgien, Deutschland). Hinsichtlich der Fortbewegung der Schiffe lagen Berichte vor über den Schleppbetrieb auf dem Rhein (Mütze), der Elbe (Bellingrath), der Oder (Dieckhoff), den Märkischen Wasserstraßen (Thiem), den französischen Wasserstraßen (Caméré, Derôme, Lasmolles, Molinos, de Bovet) und auf dem Eriekanal (Bogart). Über die Schiffahrtabgaben lagen Berichte vor aus Deutschland (Sympher), Frankreich (Baurin-Gressier und Couvreur), England (Clements), Holland (Deking-Dura) und Rußland (Sytenko). Über Binnenschiffahrthäfen sind nachstehende Arbeiten beachtenswert: im Gebiete der Elbe und Oder (v. Dömming), im Rheingebiet (Jmroth) und in Frankreich (Delaunay-Belleville). Außerdem lagen noch über die gegenseitigen Beziehungen der Wasserstraßen und Eisenbahnen Berichte vor aus Deutschland, Österreich, Ungarn und Nordamerika.

Auf dem **sechsten** Kongresse im Haag wurden zunächst die in Paris besprochenen Fragen über Bau und Unterhaltung der Kanäle, Ausrüstung der Binnenhäfen, Fortbewegung der Schifte und Schiffahrtabgaben weiter behandelt. Über Kanalbau waren wichtige Berichte betreffend die Widerstände und die Uferbefestigungen vorhanden aus Deutschland (Gröhe), Frankreich (Derôme) und Holland (Wortmann). Die Ausrüstung der französischen Kanalhäfen, namentlich mit Kohlenverladevorrichtungen wurde von Monet und Dardenne beschrieben.

Über die Fortbewegung der Schiffe lagen aus Frankreich beachtenswerte weitere Mitteilungen von Hirsch und de Bovet (Tauerei) vor, außerdem von de Mas ein Bericht über seine Widerstandsversuche mit Kanalschiffen. Nähere wichtige Angaben über die bestehenden Schiffahrtabgaben wurden aus Frankreich (Renaud), Belgien (Dufournay), Holland (Deking-Dura) und Deutschland (Hatschek) gemacht.

Neu war die Frage über die Sperrung der Kanäle durch Frost und über Eisbrecherarbeiten. Dazu lagen Berichte aus Frankreich (Caméré, Rigaux, Dibos) und Holland (Schuurman, Burgdorfer, Bekaar, Nelemans, Cramer) vor.

Der Pariser Kongreß hatte auf Antrag von Fargue beschlossen, die Aufmerksamkeit der Ingenieure bei dem Ausbau der Ströme auf die Untersuchung des Verhältnisses zwischen der Grundform der Krümmungen und der Wassertiefe zu richten. Zu dieser für den Kongreß im Haag gestellten Frage waren bemerkenswerte Arbeiten aus Deutschland (Jasmund), Frankreich (Mengin-Lecreulx, Guiard) und Holland (Doyer, Tutein-Nolthenius) eingegangen. Die weitere neu gestellte Frage über die Regulierung der Ströme wurde besonders durch einen hervorragenden Bericht von Girardon über den Ausbau der Rhone beantwortet.

Der **siebente** Kongreß in Brüssel hat sich neben verschiedenen wasserbaulichen Fragen wieder besonders mit dem Schiffswiderstand und dem mechanischen Schiffzug beschäftigt. Zum Schiffswiderstand lagen wichtige Berichte aus Frankreich (de Mas), Österreich (Suppan) und Deutschland (Flamm) vor. Über die verschiedenen Arten des mechanischen Schiffzuges waren Mitteilungen vorgelegt aus Belgien (Chenu, de Schrijver, Zone), aus Frankreich (La Rivière, Bourguin, de Bovet) und aus Deutschland (Gröhe). Neu war die Frage über die einheitliche Eichung der Binnenschiffe. Hierzu waren aus Österreich (Schromm) und aus Frankreich (Derôme) Berichte erstattet.

Der **achte** Kongreß in Paris hat sich wiederum mit dem Schiffswiderstand und dem mechanischen Schiffzug beschäftigt. Zum ersten Punkt lagen Berichte aus Deutschland (Engels, Thiele), Ungarn (Hotzpotzky) und Italien (Rota), zum zweiten solche aus Frankreich (La Rivière, Bourguin), Belgien (Gérard) und Deutschland (Köttgen, Rudolph) vor. Außerdem sind Mitteilungen über den mechanischen Schiffzug auf der Rhone (Lombard-Gérin) und am eisernen Tor der Donau (Egan) gemacht worden.

Ferner wurde über den Ausbau großer Ströme für Schiffahrtzwecke und die Wirkung solcher Arbeiten auf den Abflußvorgang verhandelt. Dazu waren Berichte über viele große Ströme vorgelegt worden. Auch die Baggerungen wurden besprochen.

Außerdem war eine Frage über den Schiffahrtbetrieb auf Wasserstraßen von geringer Tiefe gestellt worden, wozu aus Frankreich (Wahl), Holland (van Bosse) und Österreich (Suppan) Berichte vorlagen, die namentlich die Anwendung von Schrauben in Tunnelhecks, Schraubenräder und Turbinenschrauben behandelten.

Neu war eine Frage über Fürsorge, Schutz und Fachunterricht der Schiffer, zu der Beiträge aus Österreich (Schromm), Frankreich (Captier) und Deutschland (Just) geliefert waren.

Auf dem **neunten** Kongreß in Düsseldorf wurde zunächst die Frage der Überwindung großer Höhen durch Schleusen oder Hebewerke behandelt. Dazu lagen aus 8 Ländern 13 Berichte vor, deren Inhalt in einem Generalbericht von Bubendey zusammengefaßt war. Die zweite Frage betraf die Schiffahrtabgaben, über die aus 5 Ländern in 8 Berichten Mitteilungen gemacht waren. Den Generalbericht erstattete Freiherr von Biegeleben. Die dritte Frage behandelte die Wertminderung von Kohle und Koks bei der Schiffsbeförderung. Hierzu lagen aus Deutschland (Rischowski, Stelkens) und Frankreich (Gruner) Berichte vor. Ferner waren eine Reihe wichtiger Mitteilungen gemacht worden: Über Schiffswiderstand aus Deutschland (Haack, Engels, Thiele), aus Italien (Rota) und aus Österreich (Schromm); über mechanischen Schiffzug aus Frankreich (Gérard, Mollard) und Deutschland (Volkmann, Köttgen, Abshoff, Büsser); über Flußschiffe von geringem Tiefgang aus Deutschland (Jskolski, Jahnel, Weiß) und Rußland (Merczyng). Aus der Abteilung für Seeschiffahrt ist noch die Frage über den Verkehr mit Seeprähmen zu erwähnen, wozu der Generalbericht von Hermann erstattet wurde und die Mitteilungen über Schiffswiderstand in freiem Wasser aus Deutschland (Flamm, Schütte).

Der **zehnte** Kongreß in Mailand führte die Verhandlungen betreffend die Überwindung großer Höhenunterschiede zwischen den Kanalhaltungen weiter. Es lagen dazu 11 Berichte vor, die von Crugnola in einen Generalbericht zusammengefaßt waren. Dann war die Frage der Binnenschiffahrt mit Schiffen von geringem Tiefgange auf die Tagesordnung gesetzt, wozu beachtenswerte Berichte aus Frankreich (Wahl) und Deutschland (Blümcke) vorlagen. Neu war die Frage über den Wert und die Einrichtung gemischter Transporte, d. h. mittels Eisenbahnen und Wasserstraßen. Es waren 4 Berichte dazu vorgelegt, von denen die französischen von Captier und Tavernier hervorzuheben sind. Von den Mitteilungen sind die über den mechanischen Schiffzug (7 Arbeiten), über die hypothekarische Beleihung der Binnenschiffe (3 Arbeiten) und über die Wirkung von Baggerungen auf die Stromsohle (6 Arbeiten) zu erwähnen.

Aus der Abteilung Seeschiffahrt hatten die Verhandlungen über den Fortschritt in den Mitteln zur Fortbewegung der Schiffe auch für die Binnenschiffahrt eine gewisse Bedeutung, weil dabei die Versuche mit Schiffschrauben, sowie die Erfahrungen über Tunnelheck, Gasmaschine, Ölfeuerung nnd Dampfturbine erörtert wurden. Über die 6 vorgelegten Berichte wurde durch Soliani der Generalbericht erstattet. Über die Verwendung flüßiger Brennstoffe lag eine bemerkenswerte Mitteilung von Melville (Vereinigte Staaten) vor, die zu längerer Besprechung Veranlassung gab.

Auf dem **elften** Kongreß in St. Petersburg wurde zunächst die Anlage von Stauwehren erörtert, wozu 7 Berichte vorlagen. Es folgten die Verhandlungen über den mechanischen Schiffzug und das Schleppmonopol, wozu Berichte aus Frankreich (Marlio an Stelle des verstorbenen La Rivière), England (Sauer), Rußland (Tsionglinsky und Roundo) und Deutschland (Bredow und Teubert) eingegangen waren, während Merczyng den Generalbericht erstattete. Auch war ein Bericht über die Verhandlungen eines Sonderausschusses des Deutsch-Österreichisch-Ungarischen Verbandes für Binnenschiffahrt vorgelegt worden, der die gleichen Fragen untersucht hatte. Die dritte Frage bezog sich auf die Ausrüstung der Binnenhäfen, wozu nur 3 Berichte (aus Rußland, Ungarn und Nordamerika) vorlagen. Ferner wurde noch über Kanäle für gemischten Betrieb verhandelt, die gleichzeitig der Schiffahrt und der Landwirtschaft dienen können. Dazu waren 5 Berichte eingelaufen. Von den Mitteilungen sind zu erwähnen: Mitwirkung der Regierung und der Interessenten bei Maßnahmen zur Entwickelung der Binnenschiffahrt, gegebenenfalls einschließlich der der Regierung zu gewährenden Möglichkeit, einen Teil des längs der neuen Wasserstraße zu verwertenden Geländes zu erwerben (3 Arbeiten) und die Mitteilungen über Gewässerkunde und Hochwassermeldedienst (4 Arbeiten).

Aus der Abteilung für Seeschiffahrt ist die Mitteilung von Boklevsky über die besten Arten von Seeschiffen zur Güterbeförderung auch für die Binnenschiffe von gewisser Bedeutung in Rücksicht auf die Besprechung der Dieselmotoren.

Die vorstehende Zusammenstellung läßt erkennen, daß auf den 11 bisher abgehaltenen Kongressen fast über alle wichtigen, die Binnenschiffahrt betreffenden Fragen ein internationaler Gedankenaustausch stattgefunden hat. Außer den vorgelegten Berichten sind noch in den gedruckten Niederschriften über die Beratungen selbst viele schätzenswerte Mitteilungen enthalten. Ferner sind einzelne bei der Eröffnung der Kongresse von den Vertretern der verschiedenen Staaten[1]) gehaltene Reden von Bedeutung. Durch diese wurde man zuweilen über die politische Lage der Wasserstraßenfrage in den einzelnen Staaten gut unterrichtet. Es mag hier darauf hingewiesen werden, daß in manchen Ländern nicht die Überzeugung der Regierung von dem wirtschaftlichen Wert der Wasserstraßen für deren Verbesserung und Vermehrung entscheidend ist, sondern die Macht und der Wille der Mehrheit in der Landesvertretung, die sich leider oft durch andere Rücksichten beeinflussen läßt, wie z. B. in Preußen und Österreich.

Die großen Erfolge, die die ersten internationalen Kongresse für die Aufklärung der öffentlichen Meinung hinsichtlich der Bedeutung und des Wertes der Binnenschiffahrt hatten, regten zu einem weiteren Unternehmen an. Der Geschäftsführer des Vereins für Hebung der Fluß- und Kanalschiffahrt in Baiern, Dr. Zöpfl, warf in einem Vortrage im großen Ausschusse des deutschen Zentralvereins in Berlin im April 1895 die Frage auf, ob nicht eine engere Verbindung der Binnenschiffahrtfreunde aus Deutschland, Österreich und Ungarn zweckmäßig wäre. Die seit langer Zeit geplanten Kanalverbindungen zwischen dem Rhein und den großen norddeutschen Strömen einerseits und der Donau andererseits hätten für diese drei Länder und auch für die Staaten am unteren Laufe der Donau eine so große gemeinsame wirtschaftliche Bedeutung, daß es vorteilhaft wäre, diese Ziele auch gemeinschaftlich zu verfolgen[2]). Aus dieser Anregung entstand im folgenden Jahre der Deutsch-Österreichisch-Ungarische Verband für Binnenschiffahrt. In den Satzungen wird der Zweck in folgender Form festgestellt: »Der Verband hat den Zweck, die Herstellung leistungsfähiger Wasserstraßen »zwischen Deutschland und Österreich-Ungarn, insbesondere die Kanalpro»jekte, welche Verbindungen der Donau mit der Oder, der Moldau, der »Elbe und dem Main bzw. Rhein erstreben, zu fördern und durch Hebung »des Wasserstraßenverkehrs zwischen beiden Reichen auf die weitere gedeih»liche Ausgestaltung ihrer wirtschaftlichen Beziehungen hinzuwirken. Diesen »Zweck sucht der Verband zu erreichen durch gemeinsames Wirken der in »der gleichen Richtung tätigen Vereine und gegenseitige Unterstützung ihrer »bezüglichen Bestrebungen, durch Abhaltung von Verbandstagen mit öffent-

1) Es ist bezeichnend für die deutschen Verhältnisse, daß an der Spitze der Vertretung der deutschen Staaten niemals ein Ingenieur stand, wie es sonst bei fast allen Ländern üblich war, sondern ein rechtskundiger Verwaltungsbeamter.

2) Es wurde auch die Befürchtung ausgesprochen, daß die internationalen Kongresse durch Aufnahme der Seeschiffahrt vielleicht die Fragen der Binnenschiffahrt etwas zurückstellen würden.

»lichen Sitzungen, durch Wort und Schrift behufs Einwirkung auf die öffent- »liche Meinung, sowie auf die Regierungen und Volksvertretungen«.

Mitglieder des Verbandes waren im Jahre 1910 zusammen 17 Binnenschiffahrtvereine sowie eine große Zahl von Körperschaften und Einzelpersonen aus den drei Verbandsländern. Der erste Verbandstag wurde im Jahre 1896 in Dresden abgehalten. Es folgten dann die Versammlungen in Wien (1897), Nürnberg (1898), Budapest (1899), Breslau (1901), Mannheim (1903), Stettin (1906), Linz (1909) und Berlin (1911). Die auf diesen Verbandstagen in erster Linie behandelten Fragen betrafen den Stand der fraglichen Kanalentwürfe und die Aussichten auf ihre Durchführung. Außerdem sind andere Angelegenheiten der Binnenschiffahrt mit besonderer Beziehung auf die Verbandsländer besprochen und beraten worden. Die gedruckten Vorträge und andere geeignete Ausarbeitungen über Binnenschiffahrtfragen sind als »Verbandschriften« durch den Buchhandel den weitesten Kreisen zugänglich gemacht. Auf dem Verbandstage in Berlin wurde die Schweiz in den Verband aufgenommen, der jetzt den Namen trägt: Deutsch-Österreichisch-Ungarisch-Schweizerischer Verband für Binnenschiffahrt.

»Nationale« Schiffahrtkongresse sind auch in anderen Ländern eingeführt. In Rußland wurde im Jahre 1911 schon der dreizehnte abgehalten. In Frankreich besteht die »Association française pour la défense de la navigation intérieure« seit 1907. Die dritte Versammlung wurde 1911 in Lyon abgehalten und es ist bemerkenswert, daß man sich dabei besonders mit der Verbesserung des Rhein-Rhonekanals (S. 70) beschäftigte und es für erforderlich erklärte, daß dieser in ganzer Länge, entsprechend den französischen Normalabmessungen, für 300 t-Schiffe eingerichtet würde. In Italien wurde 1911 ein »nationaler Verband für Schiffahrtkongresse« begründet, der unter dem Ehrenpräsidium des Königs steht und sich zuerst in Turin versammelt hat.

Abschnitt IV.

Die Verbesserung und Vermehrung der Binnenschiffahrtstraßen seit 1870.

Vorgänge in Deutschland.

Die Wirkungen der Erfindung des Dampfschiffs und der Eisenbahnen auf die Binnenschiffahrt in den verschiedenen Ländern bis zum Jahre 1870 haben wir geschildert und das Ergebnis am Anfang des vorstehenden Abschnitts (S. 159) kurz zusammengefaßt. Seitdem traten neue bedeutende wirtschaftliche Ereignisse ein: Infolge des in Europa und in Amerika ausgebauten Eisenbahnnetzes und der sehr entwickelten Seeschiffahrt, deren Frachtsätze durch die technischen Verbesserungen an Schiffen und Maschinen und den dadurch verminderten Kohlenverbrauch im freien Wettbewerb schnell heruntergingen, trat der inländische Handel allmählich hinter dem Welthandel zurück. Einzelne europäische Staaten, und darunter auch Deutschland, sahen sich deshalb am Ende der siebziger Jahre veranlaßt, ihre einheimische Landwirtschaft und Industrie gegen den Wettbewerb der vom Auslande zu billigeren Preisen eingeführten Erzeugnisse durch Eingangszölle zu schützen. Dazu trat die Verstaatlichung der Eisenbahnen. Bismarck erklärte 1878, es könne auf die Dauer den verschiedenen staatlichen und privaten Eisenbahnverwaltungen nicht die Berechtigung verbleiben, »der wirtschaftlichen Gesetzgebung des Reiches nach eignem Ermessen Konkurrenz zu machen, die Handelspolitik der verbündeten Regierungen und des Reichstags nach Willkür zu neutralisieren und das wirtschaftliche Leben der Nation den Schwankungen auszusetzen, welche im Gefolge hoher und wechselnder Einfuhrprämien für einzelne Gegenstände notwendig eintreten.« Als die von ihm erstrebte Reichstarifreform der Eisenbahnen scheiterte, wurden die preußischen Privatbahnen vom Staate erworben und ihre Tarife in Einklang mit den Zielen der Schutzzollgesetzgebung gebracht.

Das Verhältnis der Binnenschiffahrt zu den Eisenbahnen ist hierdurch wesentlich verändert worden. Während früher der Wettbewerb der Schiffahrt mit einer der betreffenden Wasserstraße gleichlaufenden Privatbahn durch gegenseitiges Drücken der Frachtsätze bis zu einer gewissen Grenze möglich war, ist dieser dem großen Staatsbahnnetze gegenüber im allgemeinen ausgeschlossen; denn die Staatsbahn kann eintretenden Falls die Frachtsätze

auf dieser Strecke in beliebiger Weise bis unter die Selbstkosten herabsetzen und den Verlust auf anderen Strecken wieder einbringen. Andrerseits ist nicht zu leugnen, daß unter Umständen die Binnenschiffahrt, namentlich auf den sogenannten internationalen Strömen, an die Stelle der Privatbahnen treten und in gewissem Sinne die Zollmaßregeln, wie Bismarck sagte, »neutralisieren« kann.

Zunächst ist die preußische Staatsregierung den Grundsätzen des großen Kurfürsten und des großen Königs treu geblieben und hat sich, ohne Rücksicht auf den etwa möglichen Wettbewerb, bemüht, durch Verbesserung und Vermehrung der Binnenwasserstraßen den Verkehr im allgemeinen und dadurch den Wohlstand und die Steuerkraft des Landes zu heben. Es besteht kein Zweifel, daß die oben geschilderten Bestrebungen des Zentralvereins für deutsche Binnenschiffahrt auch auf die maßgebenden Kreise der Regierung und der Volksvertretung einen gewissen Einfluß ausgeübt haben.

Im Jahre 1877 legte die preußische Regierung dem Landtage eine Denkschrift »betreffend die im preußischen Staate vorhandenen Wasserstraßen, deren Verbesserung und Vermehrung« vor, in der der Zustand der vorhandenen Wasserstraßen und ihre Schiffbarkeit beschrieben wurde. Gleichzeitig wurden darin die verschiedenen, zur Herstellung eines großen preußischen Kanalnetzes aufgestellten Entwürfe besprochen, zu denen entweder auf Staatskosten oder durch Gemeinden und Vereine technische Vorarbeiten gemacht waren.

Es waren dies folgende künstliche Wasserstraßen: 1. Der schon in früheren Zeiten (S. 63) erstrebte und versuchte Rhein-Maas-Kanal, der von Uerdingen am Rhein (14 km oberhalb Ruhrort) über Krefeld zur Maas bis Venlo führen und hier eine Verbindung mit dem Kanal von Maastricht nach Herzogenbusch (S. 151) bekommen sollte. Auch Napoleon I. hatte diesen Kanal ausführen lassen wollen (S. 108). Im Jahre 1874 wurden die Vorarbeiten durch ein in Krefeld und Venlo gebildetes Komitee gemacht. Der nur 47 km lange Kanal sollte 11 Schleusen erhalten und auf dem linken Ufer der Maas um 32 km weiter zu dem genannten, schon bestehenden Kanal verlängert werden. Der Hauptzweck war die Beförderung von Ruhrkohlen nach Antwerpen und nach Vlissingen. 2. Der Rhein-Weser-Elbe-Kanal. Hierzu hatte der Staat in den Jahren 1863 bis 1866 Vorarbeiten machen und die günstigsten Linien feststellen lassen. Im Jahre 1874 bildete sich das Emscher-Kanal-Komitee und stellte für diese Linie einen neuen Entwurf für Schiffe von 600 t Tragfähigkeit auf, wobei auch der Anschluß des Kanals an die Emshäfen vorgesehen war. 3. Der Ems-Jade-Kanal sollte Emden über Aurich mit Wilhelmshaven verbinden und neben den Vorteilen für die kaiserliche Marine auch zur Hebung der Landwirtschaft in Ostfriesland dienen. Der 73 km lange und 2 m tiefe Kanal war mit 3 Schleusen von mindestens 33 m Länge und 6,5 m Breite entworfen und der Bau sollte schon 1874 beginnen. (Er verzögerte sich und ist erst in den Jahren 1880 bis 1887 ausgeführt worden.) Der Kanal hat für den Handel keine große Bedeutung. 4. Der Leipzig-Elbe-Kanal sollte nach den von der Leipziger Handelskammer in den Jahren 1874 und 1875 veranstalteten Vorarbeiten über Bitterfeld und Dessau nach der Elbe bei Wallwitzhafen führen. Dagegen bildete sich 1874 ein Verein für den Elster-Saale-Kanal, der Leipzig durch die Elster mit der Saale bei Merseburg verbinden wollte. 5. Für den Elbe-Spree-Kanal, der die Elbe bei Grödel (oberhalb Riesa) in der Richtung des bestehenden Elsterwerdaer Floßkanals über Teupitz mit der Dahme bei Königs-Wusterhausen oberhalb Berlin verbinden sollte, hatte sich im Jahre 1871 ein Komitee in Berlin gebildet und die Vorarbeiten ausführen lassen. Die Kanalstrecke von Grödel bis Königs-Wusterhausen betrug 135 km und der Höhenunterschied von 64 m sollte durch 21 Schleusen oder durch 2 geneigte Ebenen überwunden werden. Der Kanal sollte eine

Wassertiefe von 2 m erhalten und für Schiffe von 300 t (70 m lang, 7,75 m breit und 1,6 m Tauchtiefe) eingerichtet werden. 6. Die Zweckmäßigkeit eines Oder-Spree-Kanals, d. h. einer dritten Verbindung (außer dem Finowkanal [S. 42] und dem Friedrich-Wilhelm-Kanal [S. 39]) von Berlin mit der Oder an der Warthemündung war schon im Jahre 1848 von der Staatsregierung untersucht worden. 1875 bildete sich ein Oder-Spree-Kanal-Verein, der den Entwurf zu einem 77 km langen Kanal aufstellen ließ, der von Köpenick durch den Dämmeritzsee und den Stienitzsee, durch das rote Luch und über Wulkow nach der Oder bei Kienitz (17 km unterhalb Küstrin) führen sollte. Ein anderes in demselben Jahre gebildetes Komitee ließ eine Linie untersuchen, die bei Treptow die Spree verließ und gleichfalls durch das rote Luch über Wulkow nach der Oder unterhalb Küstrin, gegenüber der Warthemündung führte. Bei der Besprechung dieser Entwürfe wurde in der Denkschrift darauf hingewiesen, daß es zweckmäßiger wäre, wegen der mangelhaften Tiefe der Oder diesen Kanal von Kienitz ab als Seitenkanal auf dem linken Stromufer durch das Oderbruch bis Schwedt zu führen, um so gleichzeitig eine gute Verbindung mit Stettin zu erhalten. (Dieser Plan tauchte 1898 wieder als »Ostlinie« auf, als es galt, einen neuen Großschiffahrtweg Berlin-Stettin herzustellen.) 7. Zu einem Rostock-Berliner-Kanal hat in den Jahren 1871 und 1872 der Mecklenburgische Kanalverein Vorarbeiten anfertigen lassen. Der Kanal sollte von Rostock durch die Warnow zu den Mecklenburgischen Seen und über Rheinsberg zu dem Ruppiner Kanal (S. 45) führen, der ebenso wie die weitere Wasserstraße nach Berlin in größeren Abmessungen für Schiffe von 350 t Tragfähigkeit umgebaut werden sollte. Eine Kanallänge von etwa 100 km wäre neu herzustellen gewesen. Dieser Kanal würde für Berlin Anschluß an einen neuen Seehafen (außer Hamburg und Stettin) und sicherlich erhebliche Vorteile für Rostock, aber Nachteile für Stettin gebracht haben, wenn der letztere Hafen nicht durch eine Wasserstraße von gleicher Leistungsfähigkeit mit Berlin verbunden worden wäre.

Bei der Beurteilung dieser und anderer Kanalentwürfe in der Denkschrift wird vor allem eine von Westen nach Osten durch den ganzen preußischen Staat hindurchgehende leistungsfähige Wasserstraße befürwortet. Für die Bauwürdigkeit anderer Kanäle wird die Sicherstellung eines jährlichen Güterverkehres von mindestens 0,5 Millionen t verlangt.

Man erkennt aus diesen Mitteilungen, daß in den siebziger Jahren sowohl die Staatsregierung wie die Kanalvereine und andere beteiligten Kreise des Handels, der Industrie und der Landwirtschaft mit einer gewissen Begeisterung die Herstellung neuer künstlicher Wasserstraßen verfolgten und schon für die Vorarbeiten beträchtliche Mittel aufwendeten; es waren aber noch manche Kämpfe erforderlich, um wenigstens einzelne der begehrten Kanäle zur Ausführung zu bringen. Wir wenden uns zunächst zur Verbesserung der natürlichen Wasserstraßen.

1. Der **Ausbau der großen deutschen Ströme** ist ein Kulturwerk ersten Ranges, auf das Deutschland und besonders Preußen mit gerechtem Stolz blicken kann. In keinem anderen Lande hatte man es vorher unternommen, die verwilderten großen Ströme zu zähmen, die Abführung von Eis und Hochwasser für die Anwohner gefahrlos, die durchströmten Täler zur gesicherten und ertragreichen landwirtschaftlichen Benutzung brauchbar und die festgelegten, einheitlich gestalteten Flußbetten zur Ausübung der Schiffahrt geeignet zu machen. Wenn in jüngster Zeit im Auslande an einigen Strömen, z. B. an der Rhone und an der Donau (besonders in Ungarn) zum Teil glänzende Erfolge erreicht sind, muß man berücksichtigen, daß die dabei beteiligten Ingenieure gewissermaßen auf deutschen Schultern standen. Denn die deutschen Wasserbaumeister, z. B. Eytelwein und Gotthilf Hagen sind es gewesen, die durch langjährige Bemühungen und Versuche diese Wissenschaft

begründet haben. Österreichische, ungarische, französische und amerikanische Ingenieure sahen sich deshalb oft veranlaßt, die deutschen ausgebauten Ströme zu besichtigen und die dort angewandte Bauweise zu studieren. Die Erfolge sind aber mühsam erkämpft worden: Es muß anerkannt werden, daß weder die preußische Regierung noch ihre Wasserbaubeamten sich durch die vielen Fehlschläge und Mißerfolge, die anfangs nicht zu vermeiden waren, haben abschrecken lassen, den Kampf mit den wilden Strömen immer wieder von neuem, unter Aufwendung von vieler Mühe und erheblichen Kosten, aufzunehmen.

Rücksichtlich der Schiffbarkeit lagen für den Rhein, die Weser und die Elbe völkerrechtliche, zwingende Verpflichtungen (die Schiffahrtsakten) vor; für die Oder, die Weichsel und den Memelstrom folgte die Verpflichtung aus den Vorschriften des Allgemeinen Landrechts (S. 54). Wie früher erwähnt wurde, haben schon der große Kurfürst und der große König mit Strombauten am Rhein, an der Elbe, an der Oder und selbst im Memeldelta begonnen, und diese Arbeiten wurden von 1815 bis 1870 an allen preußischen Strömen, so weit die verfügbaren Mittel es erlaubten, fortgesetzt. Aber erst seit 1870 wurde der Ausbau in großem Umfange und mit Aufwendung erheblicher Geldsummen kräftig und erfolgreich gefördert. Seit dieser Zeit wurde auch eine ordnungsmäßige Unterhaltung der Strombauwerke sichergestellt, die gerade bei diesen von der größten Wichtigkeit, aber mit verhältnismäßig größerem Kostenaufwand auszuführen ist als bei anderen Bauten; denn schlecht unterhaltene Strombauwerke werden beim Eintritt eines besonders schweren Eisgangs oder eines ungewöhnlichen Hochwassers oft vollständig vernichtet. Die von der preußischen Staatsregierung bei dem Landtag auf Grund ausführlicher Denkschriften beantragten Geldmittel wurden in den siebziger und achtziger Jahren ohne Widerspruch gerne bewilligt. Es war dabei als Hauptzweck die Verbesserung der Schiffbarkeit hervorgehoben, weil man die große Bedeutung der Arbeiten für die Landeskultur damals noch nicht ganz übersah oder nicht genügend zu schätzen wußte.

Im allgemeinen ist bei allen großen Strömen in gleicher Weise vorgegangen worden: Zunächst handelte es sich um die Festlegung der Strombetten beim gewöhnlichen Wasserstande, denen man unter Beseitigung zu starker Krümmungen einen angemessen geschlängelten einheitlichen Lauf gab, indem die Stromspaltungen und Inseln möglichst abgesperrt und die übermäßigen Breiten durch widerstandsfähige Einschränkungswerke (meistens Buhnen, seltener Längsbauten) vermindert wurden. Die abbrüchigen Ufer mußten durch besondere Bauten geschützt werden, so weit dies nicht den Uferbesitzern überlassen wurde. Das vom Strome mitgeführte Geschiebe (Sand und Kies) wurde zur Verlandung der Einschränkungswerke hingeleitet und verhindert, im Strome selbst neue Inseln oder hohe Bänke zu bilden. Daneben bestand für alle Ströme die gleiche Aufgabe, das Fahrwasser von gefährlichen Felsklippen, Wehrüberresten, Steinen und Baumstämmen zu befreien.

Nach diesen grundlegenden Arbeiten in dem gewöhnlichen Bett mußte für die Schiffahrt auch bei niedrigen Wasserständen für eine Wassertiefe gesorgt werden, die noch eine einträgliche Beladung der Schiffe erlaubte. Zu diesem Zweck wurden innerhalb der für den gewöhnlichen Wasserstand ausgebauten Normalbreiten die Niedrigwasserbetten durch Grundschwellen vor den Buhnen und ähnliche Anlagen eingeschränkt und die vorhandene Niedrigwassermenge auf diese Weise in einem Querschnitt von geringerer Breite aber größerer Tiefe zusammengehalten. Wichtig war hierbei, daß man die Kraft des Stromes selbst zur beabsichtigten Bewegung der Geschiebemassen und zur Vertiefung der Sohle benutzte und nur in seltenen Fällen durch Baggerungen nachhalf. Dies Vorgehen hat sich im allgemeinen überall bewährt. Bei der Festsetzung der Normalbreiten und der bei niedrigem Wasserstande zu erstrebenden Mindesttiefen fehlten aber anfangs die nötigen wissenschaftlichen Unterlagen: Man kannte in den meisten Fällen weder die Abflußmengen noch die Gefällverhältnisse genau; oft waren auch die Schwankungen der Wasserstände noch unbekannt, zumal die ersten amtlichen Pegel in Preußen erst 1810 eingeführt worden waren. Man war deshalb genötigt, die ersten Strombreiten auf Grund mehr oder weniger ungewisser Schätzungen anzunehmen und später auf Grund besserer Unterlagen zu verbessern. Ähnlich war es mit der Feststellung der erstrebten geringsten Fahrwassertiefen: Auch sie sind meistens nach einer Befahrung des Stromes bei kleinem Wasserstande nach Gutdünken, mehr den Wünschen der Schiffahrt als der Natur des Stromes entsprechend, vereinbart worden, und man kann sich deshalb nicht wundern, wenn die gesteckten Ziele nicht immer erreicht wurden. Wie willkürlich diese Tiefen zuweilen gewählt sind, zeigt sich z. B. daraus, daß sie für die kleine Warthe zu 1 m und für die große Elbe selbst im unteren Laufe nahe oberhalb Hamburg nur zu 0,94 m festgesetzt wurden.

Der Ausbau der Hochwasserquerschnitte der Ströme ist nicht nur für die gefahrlose Abführung von Eis und Hochwasser erforderlich, sondern auch zur Erhaltung und Sicherung der in den Mittel- und Niederwasserbetten ausgeführten Strombauwerke von größter Bedeutung. Die dazu nötigen Arbeiten erstrecken sich zunächst auf die Beseitigung von Abflußhindernissen (z. B. enger Brücken und Straßendämme), auf die Zurücklegung von Deichen, auf die Abböschung und Bepflanzung abbrüchiger Hochufer und auf die Abgrabung der zu hoch aufgelandeten Talflächen im Überflutungsgebiet. Sie erfordern einen großen Kostenaufwand und sind leider erst zum Teil in Angriff genommen (z. B. an der unteren Weichsel).

Für alle Wasserbauten war es von Wichtigkeit, daß behufs sorgfältiger Ermittelung des Gefälles und zur Sicherung der Höhenlage der Pegel an den Ufern der Ströme eine große Zahl von zuverlässigen Höhenfestpunkten eingerichtet wurde, die durch Feinnivellements an das Höhennetz der preußischen Landesaufnahme angeschlossen worden sind. Um die einheitliche Durchführung dieser Arbeiten und die fortlaufende Überwachung der Pegel und Wasserstandsbeobachtungen hat der Professor Dr. Seibt im Ministerium der öffentlichen Arbeiten sich besonders verdient gemacht.

Die für die Verbesserung der Schiffbarkeit an den einzelnen Strömen bisher erreichten Erfolge sollen nachstehend besprochen werden.

Der Rhein. Die Mündungsarme liegen in Holland; die für die Rheinschiffahrt, die in der Regel bis Rotterdam geht, wichtigen und in die Bestimmungen der Rheinschiffahrtsakte eingeschlossenen beiden Arme sind die Waal und der Leck, die sich kurz oberhalb dieser Stadt wieder vereinigen. Der Hauptstrom teilt sich wenige Kilometer unterhalb der preußischen Grenze bei Pannerden, sodaß nach den im Jahre 1745 getroffenen Festsetzungen die Waal, der südliche Arm, zwei Drittel, und der Leck, der nördliche Arm, ein Drittel der Wassermenge abführen soll. Der Ausbau beider Wasserstraßen begann 1850 und namentlich in dem Hauptstrom, der Waal, wurden bis 1857 einige Verbesserungen erreicht, indem die Inseln an die Ufer angeschlossen und die Stromspaltungen beseitigt wurden. Aber die vielen Krümmungen und Versandungen behinderten bei niedrigen Wasserständen die Schiffahrt. Obwohl im Jahre 1861 von der technischen Befahrungskommission für die Waal eine Mindesttiefe von 3 m (S. 107) vereinbart worden war, konnte diese mit den bis 1889 angewandten Mitteln nicht erreicht werden. Als Normalbreiten waren bis dahin für den ungeteilten Strom oberhalb Pannerden 400 m, für die Waal von da bis Zalt-Bommel 360 m und unterhalb dieses Orts 400 m angenommen. Man entschloß sich 1889, die Breite von 360 m an den seichtesten Stellen des Fahrwassers, also auf den Übergängen des Talwegs, bis auf 310 m einzuschränken. Durch diese Bauten und durch Baggerungen ist es gelungen, eine Mindesttiefe von etwa 2,7 m bei gemitteltem Niedrigwasser zu schaffen. Die Übergänge waren aber in der oberen Strecke noch recht scharf und lagen zum Teil an falscher Stelle. Im unteren Laufe (im Noord) fehlte außerdem (1908) noch die erforderliche Fahrwasserbreite. Um eine weitere Verbesserung zu erreichen, wurde von den Generalstaaten im Jahre 1909 ein Entwurf genehmigt, nach dem die Waal von Pannerden bis St. Andries, oberhalb Zalt-Bommel (wo die Waal nur durch einen mit einer Kammerschleuse versehenen Damm von der Maas getrennt ist) bis auf 260 m eingeschränkt und die Breite unterhalb allmählich bis auf 350 m vergrößert werden sollte. Der Ausbau wird durch stromauf gerichtete Buhnen im Abstand von 200 m erfolgen, wobei das Fahrwasser überall unter Vermeidung von geraden Strecken eine Schlangenlinie erhält.

Der Leck trägt bei der Abzweigung aus dem Hauptstrome zunächst bis zu der nach Norden abzweigenden Yssel den Namen »Pannerdenscher Kanal« (S. 71) und von da bis Duurstede den Namen Niederrhein; er ist nach einer Normalbreite von 130 (bis 150) m ausgebaut und bis zu 2,4 m bei gemitteltem Niedrigwasser vertieft worden. Die Länge der Wasserstraße von Rotterdam bis zur Reichsgrenze beträgt durch die Waal 128 km, durch den Leck 132,4 km.

In Preußen ist der im Flachland vielfach gekrümmte und früher stark verwilderte Strom von der Grenze bis Köln (177 km) vollständig ausgebaut worden, wodurch in einer Fahrwasserbreite von mindestens 150 m überall

die erstrebte Mindesttiefe von 3 m erreicht worden ist. Die Normalbreite von 300 m ist vorwiegend durch den Einbau von Buhnen hergestellt; daneben sind an vielen Stellen auch Längsbauten, Uferdeckwerke und Grundschwellen ausgeführt worden. Inseln und Stromspaltungen sind nicht mehr vorhanden.

Ähnlich sind die Verhältnisse in der anstoßenden Strecke von Köln nach Koblenz (97 km), wo der Rhein unterhalb der Sieg-Mündung bei Bonn noch ganz im Flachlande liegt und die Normalbreite von 300 m in gleicher Weise mittels Buhnen ausgebaut worden ist. Oberhalb Bonn mußten mit Rücksicht auf die an den Ufern liegenden Ortschaften einige Inseln (z. B. bei Honnef, Neuwied, Vallendar) im Strome erhalten bleiben; diese Stromspaltungen sind aber so geregelt worden, daß auf beiden Seiten ein brauchbares Fahrwasser entstand. In dem einheitlichen Stromlauf, dem eine Normalbreite von 280 m gegeben wurde, waren außer an den schwierigen Mündungstellen der Nebenflüsse Sieg, Aar und Mosel besondere Verbesserungsarbeiten nicht erforderlich. Die erstrebte Tiefe von 2,5 m ist überall in einer Fahrwasserbreite von 150 m erreicht worden.

Die Regierung ließ in den Jahren 1895 bis 1898 umfangreiche Untersuchungen darüber vornehmen, ob es technisch möglich sein wird, die Rheinstrecke von der holländischen Grenze bis Koblenz bei einer Fahrwasserbreite von 150 m bis zu 3,5 m zu vertiefen[1]). Das Ergebnis war ein sehr günstiges, aber an die Ausführung des Entwurfs ist man nicht gegangen. Das scheint auch zwecklos, so lange in Holland die Waal nicht einmal auf 3 m Tiefe gebracht worden ist. Andernfalls würde eine solche Vertiefung von großem Werte sein, besonders für die Rhein-Seeschiffahrt, zu deren Förderung allerdings Holland keine Veranlassung hat.

Oberhalb Koblenz liegt der Strom im Gebirge. Auf der Strecke bis St. Goar (35 km) hat es im allgemeinen an der nötigen Wassertiefe nicht gefehlt; doch war das Fahrwasser an einzelnen Stellen enge, stark gekrümmt und durch Fels- und Kiesbänke behindert. Es ist überall eine nutzbare Breite von 150 m mit 2,5 m Mindesttiefe erreicht worden.

Am schwierigsten und mühevollsten war es, in der etwa 27 km langen Gebirgstrecke von St. Goar (Lorelei-Hafen) bis Bingen, die durch Felsen und Stromschnellen die Schiffahrt außerordentlich behinderte und gefährdete, ein sicheres Fahrwasser von 2 m Tiefe herzustellen. Außer den vor 1870 ausgeführten Arbeiten (S. 105) am »wilden Gefähr« und im »Binger Loch« mußten noch viele weitere Sprengarbeiten unter Verwendung von besonderen Maschinen (Taucherschächte und Felsenbrecher) ausgeführt werden, bis im Jahre 1900 auf der ganzen Strecke die verlangte Tiefe in einer Fahrwasserbreite von 120 m erreicht wurde, die nur an wenigen Stellen z. B. oberhalb der Lorelei auf 90 m eingeschränkt worden ist. Außer den Felssprengungen waren viele Längs- und Querbauten zum seitlichen Abschluß des Fahrwassers erforderlich, namentlich bei Caub und Niederheimbach, wo die Anlage von zwei getrennten Fahrwassern nötig wurde.

1) Diese von Jasmund ausgeführten Untersuchungen, deren Ergebnisse in einer Denkschrift von 1898 zusammengestellt wurden, sind mustergültig.

Im Binger Loch ist das Fahrwasser nur 30 m breit gemacht worden, weil man befürchtete, durch eine größere Breite den Wasserspiegel der oberhalb liegenden Rheingaustrecke zu senken. Aus demselben Grunde hat man dem daneben liegenden, etwa 80 m breiten »zweiten Fahrwasser« nur eine Mindesttiefe von 1,5 m gegeben. Dieses wird daher bei niedrigen Wasserständen gewöhnlich nur von leeren Schiffen, namentlich für die Talfahrt benutzt. Auch bei höheren Wasserständen wird bei der Bergfahrt das Binger Loch bevorzugt. Das Gefälle in diesem ist zwar erheblich stärker, aber auf einer nur etwa 110 m langen Strecke vereinigt, so daß es von einem Schleppzuge mit sehr langen Schlepptrossen leichter überwunden werden kann, indem sich gleichzeitig nur ein Schiff in dieser Gefällstrecke befindet.

Für den Ausbau der von Bingen bis Mainz (30 km) reichenden, sogenannten Rheingaustrecke war schon früher (S. 105) zwischen den Uferstaaten (Hessen und Nassau) eine Vereinbarung erreicht worden; doch konnten die beschlossenen Arbeiten wegen des Einspruchs der Uferanwohner nicht fertig gestellt werden. Im Jahre 1884 wurde durch den Reichskanzler eine genaue Untersuchung der Verhältnisse unter Oberleitung eines Reichskommissars angeordnet und es kam dann zum Abschluß eines neuen Vertrags zwischen Preußen und Hessen. Der Ausbau dieser Stromstrecke mit beweglicher sandiger Sohle und sehr geringem Gefälle erfolgte in den Jahren 1886 bis 1891 in der Weise, daß die vielen Inseln und Stromspaltungen beibehalten und die erforderlichen Einbauten (meistens Leitwerke und Grundschwellen) so niedrig gehalten wurden, daß wenig Verlandungen entstanden und die vorhandenen Wasserflächen erhalten blieben. Um die verlangte Mindesttiefe von 2 m zu schaffen und zu erhalten, waren bei diesem Vorgehen umfangreiche Baggerungen unvermeidlich. Um diese zu vermindern, wurden nachträglich (1894, 1900 und 1904) noch eine Anzahl einschränkender Werke, namentlich als Grundschwellen, ausgeführt.

Im Jahre 1908 wurde ein im preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten aufgestellter Entwurf veröffentlicht, der bezweckte, die Rheinstrecke von St. Goar bis zur Mainmündung von 2 m auf durchweg 2,5 m zu vertiefen und so für die Schiffahrt von Köln bis Mainz und Frankfurt ein Fahrwasser von gleicher Tiefe zu schaffen. Grundsätzliche technische Bedenken liegen nicht vor, zumal die vorhandene Niedrigwassermenge im Verhältnis zu den bestehenden Gefällen selbst in der Gebirgstrecke dazu ausreicht. Auch die Schwierigkeiten und die Kosten würden für die Rheingaustrecke nicht erheblich sein; dagegen sind für die Überwindung des Binger Lochs besondere Einrichtungen erforderlich. Die Verbreiterung des vorhandenen alten Fahrwassers zu einem etwa 110 m breiten und 2,5 m tiefen Kanal wird von dem Verfasser des Entwurfs nicht empfohlen, weil der Erfolg des erstrebten Gefälleausgleichs in einem solchen Kanal unsicher ist, ferner eine Senkung des Wasserspiegels in der oberen Rheingaustrecke nicht mit Bestimmtheit vermieden werden kann und außerdem eine Hebung des Wasserspiegels am unteren Ende des Kanals (etwa bei Aßmannshausen) durch eingebaute Grundschwellen schwierig und vielleicht nicht erfolgreich sein dürfte. Diesen Gründen muß man beitreten. Es ist deshalb die Überwindung eines Gefälles von 1,5 m durch einen auf dem linken Ufer neben dem zweiten Fahrwasser entworfenen etwa 1 km langen Kanal mit einer Kammerschleuse von 400 m Länge und 26 m Breite vorgeschlagen worden, die bei Hochwasser geöffnet und durchströmt werden soll. Das alte Binger Loch und das zweite Fahrwasser sollen in unveränderter Weise dem Verkehr erhalten bleiben. Die Vertiefung der unteren Stromstrecke bis St. Goar ist zwar mit umfangreichen und

kostspieligen Felssprengungen verbunden, bietet aber sonst keine besonderen technischen Schwierigkeiten. Der großzügige Entwurf würde die Rheinschiffahrt außerordentlich fördern. Auch die Aufwendung der auf etwa 31 Millionen Mark berechneten Kosten würde sich wirtschaftlich vielleicht rechtfertigen lassen; es kommt aber darauf an, wie sie aufgebracht werden sollen.

Die in erster Linie an der Rheinschiffahrt Beteiligten haben sich im allgemeinen bisher ablehnend gegen den Entwurf verhalten. Sie befürchten, daß durch die Vertiefung der an der Rheingaustrecke liegenden Häfen und Ladestellen große Kosten entstehen würden, weil die Ufermauern u. dgl. nur für 2 m Wassertiefe bei N. W. berechnet sind. Ferner würde die Leistungsfähigkeit eines Teils der vorhandenen Lastschiffe und dadurch der schon jetzt bestehende Überfluß an Schiffsraum vermehrt werden, während die Besitzer des anderen Teils der Lastschiffe, die nicht so hoch gebaut wären und die größere Wassertiefe nicht ausnutzen könnten, in Zukunft nicht mehr wettbewerbsfähig sein würden. Schließlich haben sie die Durchfahrt durch die Schleuse für sehr schwierig und gefährlich erklärt.

Diesen Gründen kann nicht beigetreten werden: Der erste ist unwesentlich, der zweite erinnert fast an den früher beschriebenen Widerstand der Rheinschiffer gegen die Einführung der Dampfschiffahrt und der dritte ist allein auf die Furcht der Rheinschiffer vor dem ihnen bisher unbekannten Durchfahren von Schleusen zurückzuführen. Es ist keine Frage, daß die Schiffsführer es bald lernen würden: Die in der ersten Zeit vielleicht eintretenden Unfälle würden später sicherlich bei der nötigen Vorsicht vermieden werden.

Die Vertiefung der Strecke von St. Goar bis Mannheim auf 2,5 m ist in das dem Reichstage vorgelegte Schiffahrtabgabengesetz von 1911 aufgenommen worden.

Zwischen Mainz und Mannheim (71 km) hat der Rhein ein sehr schwaches Gefälle. Die vielen Krümmungen waren für die Schiffahrt nicht besonders störend; daher ist außer dem bereits früher ausgeführten Durchstiche am Geyer (S. 106) und dem noch zur Geradelegung des Oberrheins gehörenden Friesenheimer Durchstich (gebaut 1828 bis 1862) an der Neckarmündung in dieser Strecke nur noch ein Durchstich oberhalb Worms »am oberen Busch« im Jahre 1878 hergestellt worden. Die Normalbreite von 300 m ist durch Längsdämme, Querbauten und Buhnen ausgebaut und es hat sich nicht nur die vereinbarte Mindesttiefe von 2 m, sondern sogar eine Tiefe von etwa 2,5 m mit leichter Mühe herstellen lassen. Man hat in dieser Strecke eine Hebung der Flußsohle bemerkt, die auf die Geradelegung des Oberrheins zurückzuführen sein wird. (Die Spiegelsenkung ist im Jahre 1908 bei Mainz zu 0,25 m und bei Worms zu 0,49 m festgestellt worden.)

Die Schiffbarmachung des Rheins oberhalb Mannheim hat eine bemerkenswerte Geschichte. Bis etwa zum Jahre 1890 blieben Mannheim und Ludwigshafen die oberen Endpunkte der Rheinschiffahrt; die beiden Häfen entwickelten sich mit staunenswerter Schnelligkeit und die anschließenden Eisenbahnen hatten aus dem Güterumschlag, namentlich auf badischer Seite, glänzende Einnahmen; denn sie verteilten die auf dem Rhein angekommenen Güter nach Süddeutschland und der Schweiz. Aber allmählich strebten die anderen Städte am Oberrhein und besonders Straßburg dahin, einen Teil dieses Verkehrs an sich zu ziehen. Da der erste Ausbau des Stromes (S. 106) hinsichtlich der Verbesserung des Fahrwassers erfolglos geblieben war, glaubte man allgemein, daß nur durch einen Seitenkanal das erstrebte Ziel zu erreichen wäre, und die Handelskammer von Straßburg erbat schon 1871 vom Fürsten Bismarck die Herstellung eines Kanals bis Ludwigshafen auf Reichs-

kosten. Die Verwirklichung des 1887 fertig gestellten Entwurfs wurde aber vom Reiche mit Rücksicht auf den Widerspruch von Baiern und Baden abgelehnt. Da auch der Landesausschuß von Elsaß-Lothringen 1894 erklärte, auf alleinige Kosten den Kanal nicht ausführen zu wollen, so blieb nur seine Herstellung als Privatunternehmen möglich.

Inzwischen hatte sich auf dem Oberrhein ein Schiffsverkehr in kleinem Umfange entwickelt. Oberhalb Mannheim hatte der Strom bis Speyer und selbst bis Germersheim (43 km) infolge der fortgesetzten Bauten eine genügende Tiefe, und weiter oberhalb konnte während einer längeren oder kürzeren Zeit des Jahres bis Maxau und Lauterburg eine nutzbringende Schiffahrt betrieben werden, die bei günstigen Wasserständen zuweilen bis Straßburg ausgedehnt wurde. Diese Stadt hatte unterdessen einen zweckmäßigen Hafen am Metzgertor angelegt, der 1892 eröffnet wurde, und sie bemühte sich auf jede Weise und nicht ohne Erfolg, die Schiffahrt dorthin zu ziehen.

In Baden war es vor allem der Oberbaudirektor Dr. ing. Honsell (der spätere Finanzminister), der die Herstellung eines elsässischen Seitenkanals bekämpfte und dem Druck der Verhältnisse nachgebend, für die Schiffbarmachung des Oberrheins eintrat, zumal auch die in Baden in der Nähe des Rheins gelegenen Städte, wie Karlsruhe und Kehl, davon erhebliche Vorteile erhofften. Nach vielen fruchtlosen Verhandlungen zwischen den beiden Uferstaaten kam es im Jahre 1896 dazu, daß Honsell einen Entwurf zum Ausbau der 87 km langen Strecke von Sondernheim (4 km oberhalb Germersheim) bis Straßburg aufstellte. Innerhalb des vorhandenen 240 m breiten, durch gleichlaufende Dämme begrenzten Sommerhochwasserbetts sollte zwischen den Kiesbänken ein 160 bis 180 m breites, geschlängeltes Niederwasserbett durch Buhnen, Grundschwellen und Leitwerke festgelegt werden, wodurch er eine Mindesttiefe von 2 m bei dem gemittelten Niedrigwasserstande (= 1,5 m am Kölner Pegel) zu erreichen hoffte. Erst im Januar 1907 kam es zum Beginn der von beiden Staaten gemeinschaftlich bewirkten Bauausführung, die nach den vorliegenden Nachrichten[1]) vom Erfolge gekrönt werden wird. In Erwartung dieses sind große Hafenanlagen in Straßburg (Rheinhafen, 1900) und auf badischem Ufer bei Karlsruhe (1901) und Kehl (1900) entstanden, die schon jetzt einen beträchtlichen Verkehr aufweisen. Straßburg und Kehl (134 km oberhalb Mannheim) bilden somit zurzeit die oberen Endpunkte der Rheinschiffahrt.

Seit kurzem bemüht sich auch Basel in den Wettbewerb einzutreten, wodurch die Länge der Wasserstraße um 127 km vergrößert und von Rotterdam ab zusammen 826 km betragen würde. Nach einem Zeitraum von etwa 50 Jahren (S. 96) fuhr im Sommer 1903 auf Anregung des schweizerischen Ingenieurs Gelpke zum ersten Male wieder ein Güterdampfer bis Basel. Wenn

1) v. Moro, Ergebnisse der Rheinregulierung auf der badisch-baierischen Strecke Sondernheim-Karlsruhe und wirtschaftliche Folgeerscheinungen für die Schiffahrt, in der Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1910, S. 504.

auch die Schwierigkeiten und Hindernisse, die neben dem stark geschlängelten Fahrwasser in der niedrigen Höhenlage einiger festen Brücken (Kehl) und den ungenügenden Durchlaßeinrichtungen der Schiffbrücken bestanden, nicht unbedeutend waren, so schienen sie doch nicht unüberwindlich, und diese Fahrten sind seitdem mit Schleppzügen bei günstigen Wasserständen oft wiederholt worden. Es kann keinem Zweifel unterligen, daß die Stadt Basel sich zu einem wichtigen Rheinhafen ausbilden würde, wenn der jetzt nur bis Straßburg beschlossene neue Ausbau des Stromes bis zur schweizerischen Grenze fortgesetzt wird. Der genannte Ingenieur Gelpke[1]) hat noch weitere wichtige Unternehmungen angeregt, die voraussichtlich in absehbarer Zeit zur Verwirklichung kommen werden. Das sind die Weiterführung der Schiffahrtstraße bis zum Bodensee und der Aufstau des letzteren, um zu Zeiten niedriger Wasserstände den Rhein behufs Gewinnung ausreichender Fahrwassertiefen zu speisen.

Im Jahre 1908 bildeten sich in der Schweiz mehrere Schiffahrtvereine, um diese Unternehmungen weiter zu betreiben, und es wurde auch ein »internationaler Rheinschiffahrtverband« in Konstanz gegründet, an dem sich außer diesen Vereinen auch die am Bodensee, in Baden, Württemberg, Baiern und Österreich gelegenen Orte beteiligten. Die betreffenden Staatsregierungen und besonders die badische standen den Bestrebungen wohlwollend gegenüber. Diese waren bis zum Jahre 1911 soweit gefördert, daß auf Kosten der Verbände die nötigen Untersuchungen über die Abflußverhältnisse des Bodensees eingeleitet waren, und es wurde beschlossen, zur Erlangung tauglicher Entwürfe für den Ausbau der Wasserstraße einen internationalen Wettbewerb auszuschreiben. Die badische und die schweizerische Regierung sind zurzeit damit beschäftigt, die Unterlagen für diese Ausschreibung auf ihre Kosten zu beschaffen.

Die Rheinstrecke von Basel bis Konstanz ist etwa 167 km lang, wovon rund 45 km zwischen Schaffhausen und Konstanz schon heute schiffbar sind und regelmäßig von kleinen Dampfschiffen befahren werden. Zwischen Basel und Schaffhausen müssen die vorhandenen Stromschnellen und der große Rheinfall bei Neuhausen durch kurze Kanäle umgangen werden, die zum Teil als Tunnel herzustellen sein werden. Gleichzeitig mit dem Ausbau der Schiffahrtstraße muß die Gewinnung der bedeutenden Wasserkräfte bearbeitet und untersucht werden. Oberhalb Basel sind solche Kraftwerke bei Angst-Wyhlen und bei Rheinfelden bereits vorhanden, bei Laufenburg genehmigt und werden noch an anderen Stellen errichtet werden können. Mit Rücksicht hierauf werden 11 bis 16 Wehranlagen mit Schleusen erforderlich sein. Wichtig ist, daß diesen von vornherein solche Abmessungen gegeben werden, daß künftig Rheinschiffe von 1800 bis 2000 t Tragfähigkeit verkehren können.

Als Vorbild wird im allgemeinen die große Wasserkraftanlage dienen können, die in neuerer Zeit etwa 10 km unterhalb der schweizerischen Grenze bei Kembs im Elsaß für Mühlhausen entworfen und genehmigt ist. Dort werden etwa 45 600 Pferdestärken gewonnen werden. Der rund 7 km lange, gleichlaufend mit dem durch ein Wehr aufgestauten Rhein angeordnete Werkkanal mit 86 m Sohlenbreite wird gleichzeitig als Schiffahrtkanal dienen und am unteren Ende unmittelbar neben dem Kraftwerke eine Kammerschleuse erhalten, die nach der Vorschrift der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt 90 m Länge und 25 m Breite hat, so daß sie einen großen Seitenraddampfer oder zwei große Rheinschiffe aufnehmen kann. Wenn man annimmt, daß diese großen Schleppdampfer künftig nur bis Basel verkehren werden, dürfte es für die Strecke oberhalb dieser Stadt genügen, wenn die Schleusen nur ein großes Rheinschiff aufnehmen, also bei 90 m Länge nur 12 m breit gemacht werden. Das entspricht auch den Wünschen der schweizerischen Schiffahrtvereine.

Die Stromstrecke von Straßburg bis Konstanz ist bei dem Schiffahrtabgabengesetze von 1911 bereits in den sogenannten Rheinverband aufgenommen worden.

1) Zur Kritik der oberrheinischen Binnenschiffahrtprojekte. Basel 1904.

Die vereinbarten und erstrebten **Mindesttiefen** (S. 107) von 3 — 2, 5 — 2 und 1,5 m sollten ursprünglich bei einem gemittelten Niedrigwasserstande erreicht werden, der dem Pegelstande von 1,5 m in Köln entsprach. Man hatte dabei angenommen, daß dieser Wasserstand jährlich im Durchschnitt nur an 10 eisfreien Tagen unterschritten werden würde. Infolge des Ausbaues des Stromes veränderten sich die Wasserstände an den einzelnen Pegeln häufig in ihrer Lage zueinander und am Kölner Pegel wurde eine erhebliche Senkung der niedrigen Wasserstände bemerkt, so daß z. B. in dem Zeitraum von 1895 bis 1904 der Stand von 1,5 m durchschnittlich an 72 Tagen jährlich unterschritten wurde. Die im Jahre 1908 angestellten Untersuchungen ergaben, daß dem gemittelten Niedrigwasserstande zurzeit nicht mehr der Pegelstand von 1,5 m, sondern der Pegelstand von 1,22 m in Köln entsprach. Man beschloß jedoch, das alte Maß von 1,5 m am Kölner Pegel für die weitere Beurteilung und Prüfung der Fahrwassertiefen beizubehalten, wenn dieser Stand auch nicht mehr als ein **niedriger** anzusehen war. Es wurden daher für die anderen 14 Hauptpegel des Stromes die zurzeit dem Stande von 1,5 m in Köln entsprechenden Wasserstände ermittelt und man bezeichnete diesen Wasserstand als den »gleichwertigen von 1908« (Gl. W. 1908). Er soll künftig alle 10 Jahre von neuem ermittelt werden. Von diesem Wasserstande wurde angenommen, daß er künftig im Durchschnitt jährlich an 47 Tagen unterschritten werden wird.

Geringste Fahrwassertiefen in den Jahren 1907 bis 1911.

1	2	3	4					5				
Nr.	Stromstrecke	Soll-Tiefe	Geringste Fahrwassertiefen in cm					Es fehlten bei N. W. an der vereinbarten Tiefe cm				
		cm	1907	1908	1909	1910	1911	1907	1908	1909	1910	1911
1	Straßburg—Lauterburg . .	150	50	50	50	100	110	50	56	34	82	54
2	Lauterburg—Germersheim .	150	90	90	80	120	—	31	22	56	48	—
3	Germersheim—Speyer . . .	150	140	100	210	200	—	17	—	—	—	—
4	Speyer—Mannheim	150	220	170	330	230	—	—	—	—	—	—
5	Mannh.—Hessische Grenze.	200	250	190	380	300	—	—	—	—	—	—
6	Hessische Stromstrecke . .	200	160	170	120	220	—	—	—	12	—	—
7	Hessisch-Preußische Strecke	200	110	120	135	195	140	37	36	6	5	23
8	Bingen—St. Goar.	200	210	170	160	300	—	—	—	—	—	—
9	St. Goar—Koblenz	250	200	220	280	260	200	—	11	—	—	—
10	Koblenz—Köln	250	190	180	210	240	250	—	—	—	3	3
11	Köln—Duisburg-Ruhrort . .	300	260	230	480	320	300	—	—	—	—	—
12	Duisburg—Holländ. Grenze	300	270	190	330	330	170	—	—	—	—	20
13	Waal	300	195	188	188	240	202	28	17	18	47	30

Nach den Beobachtungen der letzten 4 Jahre hat sich herausgestellt, daß an den 15 Hauptpegeln von Straßburg bis Zalt-Bommel (an der Waal zwischen St. Andries und der Einmündung der Maas bei Woudrichem) der Gl. W. von 1908 im Durchschnitt im Jahre 1908 an 100 Tagen,

1909 an 70 Tagen und 1910 an 6 Tagen unterschritten wurde. Wenn man nur die Hauptpegel von Mannheim bis zur holländischen Grenze in Betracht zieht, wurde an diesen der Wasserstand durchschnittlich im Jahre 1908 an 110 Tagen, 1909 an 77 Tagen, 1910 an 7 Tagen und 1911 an 130 Tagen unterschritten. Das Jahr 1911 war besonders trocken und auf vielen deutschen Strömen mußte die Schiffahrt zeitweilig eingestellt werden. Am Rhein hatten die niedrigen Wasserstände namentlich im unteren Laufe eine recht lange Dauer: In Köln wurde der Gl. W. von 1908 an 143 Tagen und in Duisburg-Ruhrort an 159 Tagen unterschritten. Aber ungewöhnlich niedrige Wasserstände traten nicht ein; denn die niedrigsten vom Jahre 1911 waren immer noch höher als in den Jahren 1908 und 1909.

Auch die durch Peilung bei niedrigen Wasserständen gefundenen geringsten Fahrwassertiefen waren im Jahre 1911 nicht kleiner, als in den vorhergehenden Jahren. In vorstehender Tafel sind die Ergebnisse dieser Peilungen aus den letzten 5 Jahren, soweit sie bekannt waren, zusammengestellt worden. In Spalte 3 ist die vereinbarte angestrebte Solltiefe beim Gl. W. von 1908 angegeben, nach der in Spalte 5 die fehlende Tiefe nach dem Ergebnis der Peilung berechnet wurde. Bei niedrigen Wasserständen vertiefen sich die seichten Übergänge des Talwegs: Das an der Tiefe fehlende Maß wird also kleiner, wenn es aus den Peilungen bei N. W. berechnet wird.

Aus der Tafel erkennt man, wie weit hinsichtlich der Mindesttiefen das erstrebte Ziel bisher erreicht worden ist. Dabei ist zu beachten, daß infolge des veränderten gemittelten Niedrigwasserstandes das Maß der erstrebten Tiefen um 0,28 m heruntergesetzt worden ist.

Die Weser. Die Mündungstrecke bis zur Kaiserbrücke in Bremen hinauf (112 km), die »Unterweser«, ist eine Seeschiffahrtstraße und in der Zeit von 1887 bis 1894 durch den Oberbaudirektor Franzius[1]) mit gutem Erfolge ausgebaut. Das Fahrwasser des Stromes oberhalb Bremen (S. 117) war in den siebziger Jahren so mangelhaft, daß die Schiffer sich beschwerdeführend an den Reichskanzler wandten. Von der preußischen Regierung wurde darauf im Jahre 1877 erklärt, daß man durch kräftige Förderung der Bauten sowie durch Baggerungen in der Strecke von Bremen bis Minden (164 km) eine geringste Fahrwassertiefe von 1,25 m, von Minden bis Karlshafen (159 km) eine solche von 1,0 m und von da bis Münden (45 km) eine solche von 0,7 bis 0,8 m bei den niedrigsten Wasserständen zu erreichen hoffte. Diese Angaben gingen im allgemeinen auch in den im Jahre 1879 dem preußischen Landtage vorgelegten Entwurf über; nur für die oberste Strecke wurde eine Mindesttiefe von 0,8 m angenommen. Die Normalbreite bei mittlerem Sommerwasserstande sollte von Bremen bis zur Allermündung (41 km) von 112 m auf 103 m, von da bis Karlshafen von 70 m auf 50 m und bis Münden auf 42 m abnehmen und im allgemeinen durch Buhnen festgelegt werden.

Für die oberste Strecke von Karlshafen bis Münden mit sehr starkem und wechselndem Gefälle wurde ein einheitlicher genauer Entwurf aufgestellt und in den Jahren 1878 bis 1888 ausgeführt. Durch ausgedehnte Anwendung von Grundschwellen ist ein ziemlich befriedigender Ausgleich des unregelmäßigen Gefälles erreicht worden. In den übrigen Stromstrecken sind die mangelhaften Stellen einzeln nach besonderen Entwürfen allmählich verbessert worden. Die nutzbare Fahrwasserbreite wurde auf mindestens 25 m bemessen;

1) Im Jahre 1908 wurde ihm in Bremen ein Denkmal errichtet.

doch hat sich dies Maß nach der Einführung der Schleppschiffahrt (1879) als zu klein erwiesen. »Im Jahre 1896 wurde in Hannover die Weserstrom-Bauverwaltung errichtet, der auch die unteren Strecken der Fulda und der Aller unterstellt sind.«

Die erstrebten Mindesttiefen wurden im allgemeinen, namentlich oberhalb von Minden, erreicht, wenn nicht sehr trockene Sommer eintraten. Im Jahre 1893 waren die Wasserstände an den Pegeln z. B. etwa 0,5 m unter die im Jahre 1877 angenommenen »niedrigsten« Wasserstände gesunken und es ergaben sich geringste Fahrwassertiefen von nur 0,48 m. Die Erfolge der fortgesetzten Arbeiten zeigten sich in dem ziemlich ebenso trockenen Jahre 1904: Obwohl die Wasserstände in den unteren Strecken etwa 0,4 m und in den oberen 0,5 m unter die im Jahre 1877 angenommenen Wasserstände gefallen waren, ergaben sich die geringsten Fahrwassertiefen unterhalb der Aller zu 0,9 m und zwischen der Aller und Münden zu 0,65 m. Im trockenen Sommer 1911 fielen die Wasserstände unterhalb der Allermündung um 0,25 bis 0,3 m und oberhalb um etwa 0,2 m unter den Stand von 1904. Die geringsten Fahrwassertiefen betrugen dabei unterhalb der Aller etwa 0,7 m, zwischen der Aller und Hameln etwa 0,6 m und weiter oberhalb etwa 0,47 m. Bei Veckershagen wurde sogar eine geringste Fahrwassertiefe von nur 0,3 m festgestellt. Die Schiffahrt mußte fast auf dem ganzen Strome eingestellt werden.

Durch den Bau des Rhein-Weser-Kanals, der bei Minden über die Weser geführt und durch eine Schachtschleuse von etwa 12,5 m Gefälle mit ihr in Verbindung gebracht werden soll, werden die Wasserstandsverhältnisse des Stromes wesentlich verändert. Die im Quellgebiet der Eder und Diemel zu erbauenden Staubecken sollen zusammen sekundlich 18 m³ Wasser an den Strom abgeben, von denen bei Minden (durch ein Pumpwerk) 7 m³ zur Speisung des Kanals und bei Hoya 6 m³ zur Bewässerung der Syke-Bruchhausener Meliorationsländereien entnommen werden. Das Zuschußwasser aus den Staubecken soll so geregelt werden, daß bei Minden (nach Entnahme der vorerwähnten 7 m³) der Strom nicht weniger als 60 m³ je Sekunde abführt.

Auf Grund dieser Bestimmungen sind im Jahre 1907 für den Strom Normalquerschnitte berechnet worden, wobei ein »mittlerer Kleinwasserstand« zugrunde gelegt wurde, der im trockenen Sommer 1904 der mittleren kleinsten Abflußmenge während des Zeitraums von 1891 bis 1900 entsprach. (Dieser Wasserstand liegt im Durchschnitt etwa 0,15 m über dem N.W. von 1904.) Durch den Wasserzuschuß aus den Staubecken wird der Wasserstand von Münden bis Minden um 0,33 bis 0,26 m erhöht werden, von da bis Hoya um 0,15 m, bis zur Allermündung um 0,10 m und unterhalb um 0,05 m. Bei Mittelkleinwasser sollen demnach künftig die Mindesttiefen betragen: von Bremen bis zur Aller und bis Hoya 1,65 m, bis Minden 1,5 m, bis Hameln 1,26 m, bis Karlshafen 1,24 m und bis Münden 1,08 m. (In dem Schiffahrtabgabengesetz sind die Tiefen zu 1,75 m, 1,25 m und 1,1 m angegeben.)

Die Normalbreiten sollen betragen: unterhalb der Aller 115 m, oberhalb bis Minden 66 m, bis Hameln 74 m und oberhalb Hameln bis Karlshafen von 63,5 bis 56 m abnehmend.

Die Sohlenbreiten (nutzbaren Fahrwasserbreiten) sollen in ähnlicher Weise folgende Mindestmaße erhalten: unterhalb der Aller 50 m, oberhalb bis Minden 31,6 m, bis Hameln 29 m, oberhalb Hameln etwa bis Höxter 28,5 m und weiter oberhalb bis Münden 25 m.

Der Bau der großen Talsperre bei Hemfurt (in Waldeck) im Edergebiet ist seit einigen Jahren begonnen worden.

In neuester Zeit sind im unteren Laufe des Stromes zwei Wehr- und Schleusenanlagen entstanden. Die untere auf Bremer Gebiet ist bei Hemelingen vom Bremischen Staat erbaut worden, um die Schädigungen aus-

zugleichen, die infolge der Vertiefung der Unterweser für die oberhalb wohnenden preußischen Anlieger entstanden sind oder noch entstehen würden. Die Schleusenanlage besteht aus einer Schleppzugschleuse von 350 m nutzbarer Länge und einer kürzeren Schleusenkammer von 70 m nutzbarer Länge. Beide haben 12,5 m Weite und eine Tiefe von 2,8 m unter N.W. Die Schleuse wurde 1910 eröffnet.

Oberhalb der Aller und 53 km oberhalb der vorerwähnten Wehranlage ist eine zweite bei Dörverden erbaut, die den Zweck hat, durch Aufstau des Stromes die Ländereien des Syke-Bruchhausener Meliorationsverbandes zu bewässern. Nebenbei soll auch elektrische Kraft gewonnen werden. Durch diesen Bau wird eine Stromkrümmung von 3,7 km Länge abgeschnitten. Abweichend von der Hemelinger Anlage ist nur eine 350 m lange Schleppzugschleuse angeordnet worden, in der durch ein Zwischenhaupt eine Kammer von 85 m Länge abgeteilt werden kann. Die Weite beträgt 12,5 m, die Tiefe 2,5 m unter M.Kl.W. Die Anlage ist im Jahre 1911 eröffnet worden.

Die Elbe. Die rund 140 km lange Mündungstrecke bis Hamburg, die »Unterelbe«, ist eine Seeschiffahrtstraße. Etwa 10 km oberhalb Hamburg teilt sich an der Bunthäuser Spitze der Strom in die Norder- und Süderelbe, die sich etwa 5 km unterhalb Hamburg (Köhlbrand) wieder vereinigen. Ebbe und Flut reichen gewöhnlich bis Geesthacht (37 km oberhalb Hamburg) hinauf. Die zu Preußen und Mecklenburg gehörende Strecke von Geesthacht bis zur Havelmündung (152 km) hat sehr schwaches Gefälle und der Talweg schlängelt sich in unregelmäßiger, wechselnder Gestalt zwischen beweglichen Sandfeldern. Die Strecke von der Havel- bis zur Saalemündung (141 km) zeigt bei Magdeburg (294 km oberhalb Hamburg) einen starken Gefällbruch infolge des felsigen Untergrundes (vgl. S. 48). Der Talweg hat innerhalb dieser Stromlänge eine mehr gestreckte Gestalt und verändert seine Lage nur selten. Ähnlich verhält sich der Strom zwischen der Saalemündung und der Mündung der schwarzen Elster (92 km). Er gehört hier zum großen Teil zum Herzogtum Anhalt und hat viele starke Krümmungen. Die Strecke oberhalb bis zur sächsischen Grenze (78 km) ist gleichfalls stark gekrümmt, aber durch die früher erwähnten Durchstiche (S. 125) erheblich verkürzt und gerade gelegt. Sie hat ein ziemlich starkes Gefälle, führt grobes Geschiebe, aber keine beweglichen Sandbänke, sodaß der Talweg im allgemeinen eine unveränderte Lage behält. Die sächsische Elbe bis zur österreichischen Grenze (120 km) hat zum Teil den Charakter eines Gebirgsflusses mit stark wechselnden Gefällen. Die böhmische, ganz ähnliche Stromstrecke bis zur Einmündung der Moldau bei Melnik ist 108 km lang und die ganze Binnenschiffahrtstraße von Hamburg ab zusammen 727 km. Die Entfernung Hamburg—Dresden beträgt 567 km, Hamburg—Außig 656 km.

Durch die bis 1870 am Strome ausgeführten Arbeiten war eine gewisse Verbesserung in einzelnen Strecken herbeigeführt worden; der Zustand genügte aber nicht den Wünschen der aufblühenden Schiffahrt. Die Vertreter

der beteiligten Kreise wandten sich darum an den Reichskanzler und baten um weitere Verbesserung des Fahrwassers. Dieser veranlaßte im Jahre 1873 die deutschen Uferstaaten zu einer technischen Befahrung und Untersuchung des Stromes von Riesa bis Hamburg und ernannte den Wasserbaudirektor Grebenau in Straßburg zum Vorsitzenden der Kommission. Die Befahrung fand namentlich auf der oberen Strecke bei einem sehr niedrigen Wasserstande statt. Die Kommission stellte fest, daß oberhalb der Saaleeinmündung bei Barby die Schiffe mit einer Tauchtiefe von 0,58 m fahren konnten, daß aber unterhalb Barby und namentlich auf der Strecke zwischen Magdeburg und Hamburg die Segelschiffe mit einer Tauchtiefe von 0,81 bis 0,82 m und die Schleppzüge mit einer solchen von 0,73 m verkehrten. Das Ziel der Vereinbarung von 1869, daß bei dem jeweiligen niedrigsten Wasserstande überall Schiffe mit einer Tauchtiefe von 0,84 m fahren können, daß also überall eine geringste Fahrwassertiefe von 0,94 m vorhanden sein sollte, war mithin noch nicht erreicht. Es wurde vorgeschlagen, die Normalbreiten des Stromes durch Buhnen und andere Werke weiter einzuschränken, damit die scharfen Krümmungen des Talwegs und die schlechten Übergänge vermindert würden, sowie das Fahrwasser von den vielen Hindernissen, Steinen, Baumstämmen, Schiffmühlen u. dgl. zu befreien. Auch wurde die Beschaffung und Verwendung von Dampfbaggern empfohlen. Zur weiteren Förderung der Schiffahrt wurde eine dauernde gute Bezeichnung des Fahrwassers und die Anstellung von einer ausreichenden Zahl von Schiffahrtpolizeibeamten für nötig gehalten. Bemerkenswert ist, daß dabei auch die Notwendigkeit hervorgehoben wurde, durch sorgfältige, wissenschaftliche hydrologische Untersuchungen und Messungen die Gefälle und die Abflußmengen festzustellen, um mit diesen sicheren Unterlagen dann die wirklich erforderliche weitere Einschränkung des Stromes zu ermitteln.

Seit 1874 sind die Arbeiten zur Verbesserung des Stromes kräftig von allen Uferstaaten gefördert worden. Da die Beschaffung der wissenschaftlichen Unterlagen zunächst nicht möglich war, wurden die Normalbreiten auf Grund der bisherigen Erfahrungen vermindert und zwischen der sächsischen Grenze und Hamburg folgende Maße in Preußen festgesetzt: bis zur schwarzen Elster 100 m, bis zur oberen anhaltischen Grenze 110 m, bis zur Mulde 130 m, bis zur Saale 150 m, bis Tangermünde 170 m, bis zur Havel 188 m, bis zum Aland 226 m, bis zur Elde 245 m, bis zur Jeetzel 256 m, bis zur Sude 271 m, bis Geesthacht 289,5 m und bis zur Seeve (4,7 km oberhalb der Stromteilung) 313 m. In diesen Breiten wurde dem Strom allmählich durch Buhnen ein festes Bett bei gewöhnlichem Wasserstande gegeben, das besonders für die möglichst gefahrlose Abführung von Eis und Hochwasser von großem Werte war. Auch die Schiffahrt fand genügendes Fahrwasser, so lange keine besonders trockenen Jahre (wie 1842 und 1874) wieder eintraten. Als dies 1892 und 1893 geschah, zeigte es sich, daß die erstrebte geringste Fahrwassertiefe noch nicht erreicht war. Es wurden deshalb im Jahre 1893 für die preußische Elbe ein neuer Verbesserungsentwurf, namentlich für die Strecken

von der sächsischen Grenze bis Magdeburg und von der Havelmündung abwärts, aufgestellt, der die weitere Ausbildung eines geeigneten Niedrigwasserbettes durch Ausbau der einbuchtenden Ufer mittels hinterfüllter Deckwerke und durch Anlage von sanft ansteigenden Grundschwellen vor den Buhnenköpfen bezweckte. Die ausgeführten Arbeiten haben zwar eine gute Wirkung auf die Ausbildung besserer Querschnittsformen ausgeübt; aber das Fahrwasser zeigte besonders unterhalb der Havelmündung noch immer wandernde Sandbänke, veränderliche und zum Teil falsche Übergänge, sowie bei niedrigen Wasserständen unzureichende Wassertiefen. Trotz der etwa im Jahre 1890 zusammengestellten Ergebnisse der hydrologischen Messungen und Untersuchungen ist eine weitere Einschränkung der zum Teil viel zu großen Normalbreiten nicht ausgeführt worden. In dem sehr trockenen Sommer des Jahres 1904 gingen die geringsten Fahrwassertiefen im oberen und mittleren Laufe des Stromes bis auf 0,55 m (an einzelnen Stellen bis 0,45 m) und unterhalb der Havelmündung bis auf 0,70 m hinunter, sodaß der Schiffahrtverkehr vollständig stockte. In der sächsischen Elbestrecke sind dieselben betrübenden Erfahrungen gemacht worden, obwohl man sich auch dort besonders seit 1899 sehr bemüht hat, durch sorgfältigen Ausbau des Niedrigwasserbettes das Wasser zur Erzielung größerer Tiefen zusammen zu halten.

In dem ebenso trockenen Sommer des Jahres 1911 betrugen die geringsten Fahrwassertiefen von der böhmischen Grenze bis zur Einmündung des Ihlekanals unterhalb Magdeburg 0,6 bis 0,7 m, von dort bis zur Einmündung der Elde bei Dömitz 0,75 bis 0,8 m und weiter unterhalb 0,85 bis 0,9 m. Die Schiffahrt mußte bis zum Herbst eingestellt werden.

Deshalb scheint es auffällig, daß bei der bedeutenden Entwickelung der Elbeschiffahrt die beteiligten Kreise mit diesen oft ungenügenden Wassertiefen zufrieden sind und nicht auf eine gründlichere Verbesserung der Wasserstraße drängen, zumal es keinem Zweifel unterliegt, daß unterhalb der Saale- und namentlich unterhalb der Havelmündung durch kräftiger betriebene Arbeiten und weiter gehende Einschränkung des Niedrigwasserbettes größere Tiefen erreicht werden können. Der Grund dieser Erscheinung ist ähnlich wie beim Rhein (S. 179) in einem gewissen Brotneid zu suchen: Die vorhandene große Zahl von Elbschiffen würde bei größeren Wassertiefen und tieferer Beladung wohl im einzelnen besser ausgenutzt, aber bei der beschränkten vorhandenen Frachtenmenge nicht sämtlich beschäftigt werden können, und die Frachtsätze würden daher bei dem großen Angebot von Schiffsraum sinken. Es ist eine bekannte Tatsache, daß bei niedrigen Wasserständen und geringer Ausnutzung der Tragfähigkeit der Schiffe die Frachtsätze steigen und der Gesamtertrag der Schiffahrt in trockenen Jahren im allgemeinen größer ist als in wasserreichen Jahren. Das sind allerdings ungesunde Zustände.

Im Jahre 1911 wurde der Schiffahrtabgabenkommission des deutschen Reichtags eine Denkschrift über den weiteren Ausbau der deutschen Elbe vorgelegt, nach der dem Strome selbst bei so niedrigen Wasserständen wie im Jahre 1904 (in Dresden 2,32 m unter Pegelnull), bei einer Fahrwasserbreite von 40 m, oberhalb der Saalemündung eine geringste Wassertiefe von 1,1 m und unterhalb eine solche von 1,25 m gegeben werden soll. Es wird darin mitgeteilt, daß auf Grund der Berechnungen und Versuchsbauten an der technischen Möglichkeit, dies Ziel zu erreichen, nicht gezweifelt werden kann. Dabei soll auch das schwierige und enge Fahrwasser bei Magdeburg durch die Anlage eines schon seit längerer Zeit erwogenen zweiten Schiffahrtweges erheblich verbessert werden, sodaß eine Trennung des Durchgangverkehrs vom Ortsverkehr vorgenommen werden könne. Die an der Schiffahrt beteiligten Kreise, namentlich die Handelskammer Magdeburg, haben sich im allgemeinen gegen dies Unternehmen ausgesprochen,

indem sie die Möglichkeit und die Zweckmäßigkeit der Vertiefung bestritten. Der Hauptgrund dürfte aber in dem vorerwähnten Überfluß an Lastschiffen zu suchen sein.

In Österreich bemühte man sich, den besonders nach Verlegung der Kette (S. 122) aufblühenden Elbeverkehr durch die Moldau bis nach Prag zu bringen. Bei den vorgenommenen Verbesserungsarbeiten, Einschränkung der Strombreite und Baggerungen, erkannte man jedoch, daß auf diese Weise höchstens auf der Strecke von der deutschen Grenze bis Außig die erstrebte Mindesttiefe erreicht werden könnte; denn in dem trockenen Jahre 1893 sank die Fahrwassertiefe in der Elbe bis 0,63 m und in der Moldau bis auf 0,2 m. Man beschloß daher im Jahre 1896 die schon seit 1883 vielfach erwogene Absicht zur Ausführung zu bringen und die Elbe oberhalb Außig bis Melnik, sowie die Moldau von da bis Prag durch 12 Stufen künstlich aufzustauen. Diese Kanalisierung der Moldau und Elbe ist in Österreich die erste, aber glänzende Leistung auf dem Gebiet des Baues von Schiffahrtstraßen. Es sollte in jeder Jahreszeit eine Fahrwassertiefe von mindestens 2,1 m geschaffen werden, damit Schiffe von 800 t Tragfähigkeit ungehindert verkehren könnten. Die Schleusen haben an jeder Staustufe zwei Kammern, von denen die eine für Schleppzüge 147 m lang und 20 m breit, die andere 78 m lang ist. Die Torweite beträgt 11 m, ist aber bei den kleineren Kammern der drei untersten Staustufen (von Außig bis Lobositz) mit Rücksicht auf den Verkehr der sächsisch-böhmischen Personendampfer auf 13 m vergrößert worden. Die beiden Kammern sind zum Teil hintereinander (sodaß eine nutzbare Länge von 225 m entsteht) und zum Teil (namentlich bei den untersten Staustufen) nebeneinander angeordnet worden. Im Jahre 1897 wurde mit dem Bau begonnen und nach 9 Jahren die 51 km lange Strecke der Moldau von Melnik bis Prag mit 5 Staustufen fertiggestellt und dem Verkehr übergeben. Die Arbeiten in der Elbestrecke werden voraussichtlich im Jahre 1913 beendet werden.

Im Anschluß an diese Bauten ist in Prag ein großer Hafen angelegt worden und es wird jetzt die Moldau auch innerhalb der Stadt schiffbar gemacht, indem die dort vorhandenen 4 Mühlenstaue durch 2 Wehre mit Kammerschleusen ersetzt werden. Auf diese Weise wird eine Verbindung mit der oberen Moldau hergestellt, auf deren unterster, 28 km langer Strecke bis Stechowitz seit dem Jahre 1865 ein regelmäßiger Personendampferverkehr besteht. (Auf dem weiter oberhalb gelegenen Teil der Moldau bis Budweis besteht seit alter Zeit ein Verkehr mit »Budweiser« oder »nackten« Zillen, die etwa 40 bis 50 t Tragfähigkeit haben und die dort vorhandenen Wehre mittels Schiffdurchlässen (S. 49) überwinden.) Prag bildet jetzt den oberen Endpunkt der von Hamburg ab 778 km langen Elbwasserstraße.

Die Oder. Die etwa 30 km lange Mündungstrecke vom Stettiner Haff bis Stettin ist eine Seeschiffahrtstraße. Die Binnenschiffahrt endigt im allgemeinen in Stettin, obwohl sie auch noch unterhalb der Stadt, auf dem Haffe und auf den in dieses einmündenden Wasserstraßen (Ücker, Peene und Dievenow) in kleinem Umfange betrieben wird. Die Stromstrecke von Stettin

bis Schwedt (53 km) und weiter aufwärts bis Hohensaathen (81 km), wo auf dem linken Ufer die Havel-Oder-Wasserstraße (Finowkanal, S. 43) einmündet, liegt in einer flachen Niederung und zeigt unterhalb Schwedt bei gewöhnlichem Wasserstande fast kein Gefälle mehr. Der Strom ist auf größeren Strecken in mehrere Arme gespalten und vielfach gekrümmt, bietet aber für die Schiffahrt beinahe überall ein genügend tiefes und breites Fahrwasser. Einzelne Krümmungen sind in neuerer Zeit durchstochen worden. Die Mittelwasserbreiten wechseln zwischen 100 und 250 m, die Tiefen zwischen 3.5 und 8 m. Im allgemeinen waren für die Schiffahrt nur wenig Verbesserungen auszuführen.

Die Strecke von Hohensaathen bis zur Warthemündung bei Küstrin (47 km lang) führt im unteren Teil durch den von Friedrich dem Großen angelegten großen Durchstich (S. 41) und zeigt ein schwaches Gefälle. Sie ist durchweg (von 1874 bis 1894) mit Buhnen ausgebaut, ebenso wie die mittlere und obere Oder. Die für das Mittelwasser zugrunde gelegten Normalbreiten sind schon (S. 136) mitgeteilt worden. Zur Ausbildung eines engeren Niederwasserbettes haben die Buhnenköpfe Vorlagen (Grundschwellen) mit schwachen Neigungen erhalten. Dabei hat man sich mit Erfolg bemüht, die oft sehr kleinen Krümmungshalbmesser bis auf 300 m zu vergrößern.

Seit 1879 wurde als Ziel für die Vertiefung des Fahrwassers das Maß von 1 m unter dem gemittelten niedrigsten Wasserstande erstrebt. Neuerdings ist der für den Ausbau des Stromes maßgebende Regulierungswasserstand als Mittel aus den niedrigsten Jahreswasserständen der 6 wasserärmsten Jahre des Zeitraums von 1889 bis 1899 festgelegt worden. In der Strecke unterhalb der Warthe ist diese Mindesttiefe im allgemeinen erreicht worden; nur in den sehr trockenen Sommern der Jahre 1904 und 1911 ist sie bis auf 0,9 m und bis auf 0,7 m hinuntergegangen. Sonst kann man bei gemitteltem Niedrigwasser auf eine Tiefe von 1,3 m rechnen.

Von der Warthemündung bis Breslau (363 km) ist das Gefälle stärker, aber ziemlich gleichmäßig. Bei den vielen starken Krümmungen des Stromes und dem zwischen den leicht beweglichen Sandfeldern sich unregelmäßig schlängelnden Talwege war der Ausbau dieser Strecke mit vielen Schwierigkeiten verbunden, so daß die erstrebte Mindesttiefe trotz der weiteren Einschränkung des Niedrigwasserbettes in trockenen Jahren noch nicht erreicht werden konnte. Es betrugen die geringsten Fahrwassertiefen im Sommer 1903: 0,9 m, im Sommer 1904 in dem unteren Teile 0,65 m und in dem oberen Teile sogar nur 0,5 m und im Sommer 1911: 0,65 m. Die Schiffahrt mußte 1904 und 1911 vollständig eingestellt werden.

(In dieser Strecke der mittleren Oder liegt das Mittelwasser ziemlich genau 1 m über dem Regulierungswasserstande.)

Zwischen Breslau und der Neißemündung (74 km) ist das Gefälle etwas stärker, aber durch die Mühlenstaue von Breslau, Ohlau und Brieg beeinflußt. In den nicht im Stau gelegenen Stromstrecken konnte durch den

Ausbau mittels Buhnen und Grundschwellen die erstrebte Mindesttiefe bisher nicht erreicht werden, obwohl man die Breite des Niederwasserbettes durch die Vorlagen auf 53 m und an einzelnen Stellen selbst auf 45 m eingeschränkt hat. Im allgemeinen erreichte man auf den Übergängen des ziemlich fest liegenden Talwegs nur eine Tiefe von 0,5 bis 0,6 m bei Niedrigwasser, und selbst diese Maße wurden in dem trockenen Sommer 1904 oberhalb Brieg noch unterschritten, wo eine geringste Fahrwassertiefe von 0,3 m festgestellt wurde. Im Sommer 1911 betrug die geringste Tiefe 0,5 m.

Oberhalb der Neißemündung gelang es trotz der vermehrten Einschränkung des Flußbettes (an einzelnen Stellen bis auf 35 m) nicht, die verlangte Fahrwassertiefe herzustellen, weil die vorhandene Niedrigwassermenge im Verhältnis zu dem wachsenden Gefälle nicht mehr ausreichte. Es wurde daher beschlossen, in der (jetzt 70 km langen) Strecke von der Neißemündung bis zur Einmündung des Klodnitzkanals und bis Kosel durch künstlichen Aufstau mittels Nadelwehren eine dauernde Mindestwassertiefe von 1,5 m herzustellen. Durch Gesetz vom Jahre 1888 wurden die erforderlichen Geldmittel bereit gestellt. Es wurden 12 Staustufen gebaut, die mit Schleusen von 55 m Länge und 9,6 m Breite versehen wurden, so daß entweder 2 Schiffe von Finowmaß (etwa 170 t) sie gleichzeitig durchfahren konnten oder ein größeres Schiff von etwa 400 t Tragfähigkeit. Damit solche größere Schiffe von 55 m Länge und 8 m Breite von der unteren und mittleren Oder dahin gelangen konnten, war es nicht nur nötig, bei Brieg und Ohlau neue Schleusen von entsprechenden Abmessungen zu bauen, sondern auch bei Breslau eine angemessene Durchfahrt herzustellen; denn die dort vorhandenen Schleusen genügten nur für Schiffe von Finowmaß (S. 42). Es wurde darum unter Benutzung eines alten Stromarms eine neue 7,5 km lange Schiffahrtstraße auf dem rechten Oderufer um die Stadt Breslau herumgeführt und am oberen und unteren Ende durch je eine Schleuse von gleichen Abmessungen wie in der oberen Stromstrecke abgeschlossen. Am obersten Ende der von Stettin ab 625 km langen Oderwasserstraße wurde bei Kosel (unterhalb der Stadt und der Mündung des Klodnitzkanals) ein großer Umschlaghafen, vorzugsweise für die Verladung oberschlesischer Steinkohlen, angelegt. Mit diesen Arbeiten wurde im Jahre 1891 begonnen; 1895 wurde die künstlich aufgestaute Strecke und 1897 die neue Schiffahrtstraße um Breslau herum dem Verkehr übergeben.

Oberhalb des Klodnitzkanals ist die Oder bis Ratibor (48 km) nur bei günstigen Wasserständen schiffbar; bei mittlerem Niedrigwasser ist nur eine Mindesttiefe von etwa 0,5 m vorhanden.

Die vorbeschriebenen Bauten, die unter der Leitung der 1874 in Breslau eingerichteten Oderstrom-Bauverwaltung ausgeführt wurden, haben einen großen Aufschwung der Oderschiffahrt herbeigeführt. Aber es zeigte sich bald, daß die durch die künstlich aufgestaute Strecke gewonnenen Vorteile nicht genügend ausgenutzt werden konnten, so lange die Strecke unter-

halb der Neiße und unterhalb Breslau bis Fürstenberg, wo die inzwischen neu hergestellte Spree-Oder-Wasserstraße einmündete, in trockenen Jahren noch so ungenügende Wassertiefen zeigte. Mit der dort mangelnden Fahrwassertiefe hing es zusammen, daß die in der künstlich aufgestauten Strecke erbauten Schleusen sich sehr bald als nicht genügend leistungsfähig erwiesen. Denn um mit einer einträglichen Ladung (also mit angemessener Tauchtiefe der Schiffe) die unteren Strecken durchfahren zu können, müssen die Schiffer von Kosel aus eine Anschwellung der Oder, eine Hochwasserwelle, abwarten und die dann gleichzeitig abfahrende große Zahl von Schiffen konnte durch die vorhandenen Schleusen nicht schnell genug befördert werden. Um diesem Übelstande abzuhelfen, wurden in den Jahren 1905 bis 1911 neben den bestehenden Schleusenkammern noch 12 Schleppzugschleusen von 180 m nutzbarer Länge und 9,6 m Breite hergestellt.

In dem Kanalgesetz von 1905, (worüber später gesprochen werden wird) ist der weitere künstliche Aufstau des Stromes von der Neißemündung bis Breslau angeordnet, um auch in dieser Strecke bei allen Jahreszeiten eine Wassertiefe von 1,5 m zu sichern. Zu diesem Zweck ist oberhalb Breslau der Bau von mehreren Wehren und Schleusenkanälen nebst 7 Schleppzugschleusen (einschl. der neu zu bauenden Schleusen bei Brieg und Ohlau) im Gange. Außerdem sollen entweder innerhalb der Stadt Breslau oder in einem neuen Umgehungskanale noch 2 Schleppzugschleusen und unterhalb der Stadt bei Ransern eine dritte hergestellt werden. (Es steht noch nicht fest, ob man den drei letzgenannten Zugschleusen etwas größere Abmessungen geben wird.)

In der Stromstrecke zwischen Ransern und Fürstenberg ist von weiterem künstlichem Aufstau abgesehen. Die Vertiefung auf mindestens 1 m bei N. W. hofft man bei einem weiteren Ausbau durch Einschränkungswerke zu erreichen, und durch Wasserzuschuß aus Staubecken, die im Gebiet der Malapane und der Neiße errichtet werden sollen, glaubt man selbst eine Wassertiefe von 1,4 m gewinnen zu können.

Im Jahre 1904 wurde ein Gesetz betreffend die Verbesserung der Vorflut in der unteren Oder erlassen, um das Tal zwischen Hohensaathen und Stettin vor Sommer-Überschwemmungen zu bewahren. Der Strom bekommt in dieser Strecke zwei getrennte Läufe: die »Ostoder« und die »Westoder«. Die erstere wird künftig das aus dem Oberlauf kommende Hochwasser, Eis und Geschiebe abführen und den Schiffahrtverkehr zwischen Stettin und Breslau aufnehmen. Die Westoder am linken Höhenrande bildet die Vorflut für das Oderbruch und die anderen dort gelegenen Flächen und ist von Hohensaathen abwärts bis Friedrichstal, unterhalb Schwedt, durch einen hochwasserfreien Damm von der Ostoder getrennt. Diese Strecke der Westoder, die in ihrem oberen Teile von Hohensaathen abwärts (bis Kriewen) im Zuge eines schon bestehenden Vorflutgrabens liegt, wird als Schiffahrtkanal ausgebaut und mit der Havel-Oder-Wasserstraße (den Oderberger Gewässern) durch eine Schleppzugschleuse von 215 m nutzbarer Kammerlänge, 10 m Tor-

weite und 19 m Kammerbreite in Verbindung gebracht. Durch die Westoder wird später der Schiffahrtverkehr zwischen Berlin und Stettin gehen. Bei Schwedt und bei Greifenhagen werden schiffbare Verbindungen zwischen den beiden Oderläufen (West- und Ostoder) durch kurze Kanäle mit Schleusen hergestellt. Alle diese Arbeiten sind seit dem Jahre 1906 im Gange und werden voraussichtlich bald beendet werden.

Die Weichsel. Die Mündung des geteilten Stromes in die Ostsee wurde in den Jahren 1895 bis 1899 künstlich nochmals verlegt, um eine gefahrlose Abführung von Eis- und Hochwasser zu erreichen. Die früher vom Strome (1840) selbst geschaffene Mündung bei Neufähr (S. 137) wurde aufgegeben und 15 km oberhalb davon ein neuer 7 km langer Durchstich zum Meere bei Schiewenhorst angelegt. Oberhalb dieser neuen Mündung wurden die Hochwasserquerschnitte durch Deichverlegungen u. dgl. geregelt. Zur Verbindung des neuen Stromlaufs mit der abgeschnittenen Danziger Weichsel wurde bei Einlage eine Schleuse von 61 m Länge und 12,5 m Breite gebaut. Von da bis Danzig ist die 2,5 m tiefe Wasserstraße jetzt 20 km, bis Neufahrwasser 28 km lang. Bis zu der 17 km oberhalb Thorn gelegenen russischen Grenze (239 km von Danzig) ist der ganze Strom mit Buhnen ausgebaut und dadurch überall bei gewöhnlichem Wasserstande ein estes Bett geschaffen worden. Die früher festgestellten Normalbreiten von 375 m für den ungeteilten Strom, 250 m für die geteilte Weichsel und 125 m für die Nogat sind vorläufig beibehalten; nur die oberste 10 km lange Strecke von der Drewenzmündung bis zur Grenze ist mit 300 m ausgebaut worden. Man ist sich darüber klar, daß eine weitere Einschränkung des Stromes künftig nötig sein wird, wenn der Ausbau des Niedrigwasserbettes vorgenommen werden soll. Dieser wird durch die großen von Rußland bei jedem Hochwasser eingeführten Sandmassen außerordentlich erschwert, die sich im Strome in Bänken ablagern und zwischen denen sich der Talweg erst bei fallendem Wasser allmählich ausbildet und vertieft.

In der Denkschrift von 1879 war die anzustrebende Mindesttiefe zu 1,67 m bei einem Wasserstande von 0,5 am Pegel Kurzebrack angegeben. Dieser Wasserstand entsprach etwa dem gemittelten niedrigsten Wasserstande. Aber diese Tiefe ist noch nicht erreicht; man kann vielmehr zurzeit bei dem gemittelten niedrigsten Wasserstande nur auf eine Fahrwassertiefe von etwa 1 m in der ungeteilten und von etwa 1,2 m in der geteilten Weichsel rechnen. Im trockenen Sommer 1911 betrug die geringste Fahrwassertiefe der Weichsel 0,8 m.

Durch die im Jahre 1884 in Danzig errichtete Weichselstrombauverwaltung ist die einheitliche technische Behandlung des Stromes wesentlich unterstützt worden. Dieser Behörde ist auch die 60 km lange Nogat unterstellt, über deren künftige Behandlung seit dem Jahre 1883 die Ansichten auseinander gingen. Man konnte sich an den maßgebenden Stellen viele Jahre hindurch nicht darüber einigen, ob man sie gegen Hochwasser und Eisgang der Weichsel

vollständig abschließen sollte oder nicht. Im Jahre 1910 ist durch Gesetz der Abschluß der Nogat und eine entsprechende Erweiterung der Weichsel beschlossen worden. In der Nogat werden außer dem Abschlußwerke 3 Staustufen hergestellt und mit Kammerschleusen von 57 m Länge und 9,6 m Breite versehen werden, so daß der Strom von Schiffen mit 400 t Tragfähigkeit befahren werden kann; die Mindesttiefe wird 1,5 m sein. Die Arbeiten sollen im Jahre 1915 fertig sein.

Der Memelstrom. Für den ungeteilten, 62,5 km langen Strom von der russischen Grenze bis Kallwen waren die früher angenommenen Normalbreiten (S. 140) zu groß und wurden auf Grund sorgfältiger Untersuchungen und Messungen (durch Wasserbauinspektor Schlichting, dem späteren Professor an der technischen Hochschule von Berlin) im Jahre 1874 auf 170 m von der Grenze bis zur Einmündung der Nebenflüsse Szeszuppe und Jura und auf 185 m von da bis Kallwen festgesetzt. Dem Entwurfe zum Ausbau des Stromes (vorwiegend durch Buhnen) wurde eine geringste Fahrwassertiefe von 1,4 m beim kleinsten Wasserstande von 0,76 m am Tilsiter Pegel zugrunde gelegt. Obwohl die Verhältnisse hinsichtlich der bei jedem Hochwasser aus Rußland eingeführten großen Sandmassen ebenso ungünstig lagen wie bei der Weichsel und der Strom am Anfang der siebziger Jahre namentlich in seinem oberen Teil sich in noch vollständig verwildertem Naturzustande befand, haben die zielbewußt durchgeführten Arbeiten doch einen glänzenden Erfolg gehabt. Bis zum Jahre 1892 war es gelungen, in der ganzen Strecke dem Talwege in dem festbegrenzten Mittel- und Niedrigwasserbette eine sichere, fast unveränderliche Lage zu geben und das Fahrwasser so zu vertiefen, daß in diesem trockenen Jahre bei 0,76 m am Tilsiter Pegel fast auf allen Übergängen die erstrebte Tiefe von 1,4 m vorhanden war. Seitdem haben sich die Niedrigwasserstände gesenkt und in dem sehr trockenen Jahre 1911 fiel der Wasserstand am Pegel zu Tilsit bis auf 0,43 m. Trotzdem wurde in dem ungeteilten Memelstrom eine geringste Fahrwassertiefe von 1,43 m festgestellt, während zu derselben Zeit auf Elbe und Oder wegen unzureichender Tiefe die Schiffahrt eingestellt war.

In dem Rußstrome, der von Kallwen bis Ruß 36 km lang ist, wurden die früher angenommenen Normalbreiten von 210 bis 300 m in der oberen Strecke während der Jahre 1881 bis 1888 auf 180 m und weiter unterhalb auf 185 m mit gutem Erfolge eingeschränkt. Die erstrebte Mindesttiefe von 1,4 m beim kleinsten Wasserstande ist aber noch nicht überall erreicht worden. Im Sommer 1911 betrug sie nur 1,2 m.

Für die Mündungsstrecke, den von Ruß zum Kurischen Haffe führenden, 13 km langen Atmathstrom, war mit Rücksicht auf den Verkehr von Küstenschiffen eine Mindesttiefe von 1,7 m als Ziel gesetzt worden. Die Bemühungen, diesem bei Mittelwasser fast gar kein Gefälle zeigenden Stromarme durch Verbauung des linken Skirwietharmes mehr Wasser zuzuführen, mißglückten ebenso wie die in den Jahren 1856 bis 1868 durchgeführte Einschränkung

des Mittelwasserbettes auf 200 m und man war genötigt, alljährlich durch umfangreiche Baggerungen das Fahrwasser offen zu halten. In den Jahren 1890 bis 1895 versuchte man von neuem, durch Einschränkung der Normalbreite bis auf 140 m, durch Unterwasserbuhnen und Leitwerke den Strom zu verbessern und diese Arbeiten hatten so guten Erfolg, daß in den Jahren 1897 und 1898 die erstrebte Tiefe fast überall erreicht war und seitdem nur selten kleine Baggerungen nötig gewesen sind. Bei der Einmündung in das Haff können sie bisher allerdings nicht immer entbehrt werden.

In der Gilge, die von der Teilung bei Kallwen bis zur Abzweigung des Seckenburger Kanals bei Marienbruch (38 km) einen Teil der wichtigen Wasserstraße von Tilsit nach Königsberg bildet, waren die bisher ausgeführten Arbeiten nicht von gleichem Erfolge gekrönt. Man erstrebte eine Mindesttiefe von 1,25 m unter dem kleinsten Wasserstande von 0,88 m am Pegel Schanzenkrug und versuchte dies auf der oberen 15 km langen Strecke durch eine Einschränkung des Bettes bei gewöhnlichem Wasserstande zuerst auf 56 m und später auf 45 m zu erreichen. Das ist aber nicht gelungen, weil die Wassermenge im Verhältnis zu dem Gefälle zu klein ist. Man kann beim kleinsten Wasserstande jetzt nur auf etwa 1,1 m Tiefe rechnen. Der in schwächerem Gefälle liegende Flußlauf unterhalb Sköpen hat von jeher die gewünschte Tiefe ohne Einschränkung gehabt.

Es war schon oben (S. 174) darauf hingewiesen, daß der preußische Landtag in den siebziger und achtziger Jahren die zum Ausbau der großen Ströme geforderten Geldmittel anstandslos bewilligte. Am Anfang der neunziger Jahre wurden aus landwirtschaftlichen Kreisen aber im Hinblick auf die verderblichen Hochfluten der Jahre 1888 und 1889 Klagen darüber erhoben, daß durch den Ausbau der Ströme Nachteile für die angrenzenden Ländereien hervorgerufen seien. Der König sah sich dadurch veranlaßt, im Jahre 1892 einen »Ausschuß zur Untersuchung der Wasserverhältnisse in den der Überschwemmungsgefahr besonders ausgesetzten Flußgebieten« zu berufen. Es wurden ihm die beiden Fragen vorgelegt: 1. »Welches sind die Ursachen der in neuerer Zeit vorgekommenen Überschwemmungen, hat namentlich das System, welches bei der Regulierung und Kanalisierung der preußischen Flüsse bisher befolgt ist, zur Steigerung der Hochwassergefahr und der in neuerer Zeit beträchtlich gesteigerten Überschwemmungschäden beigetragen, und welche Änderungen dieses Systems sind bejahenden Falls zu empfehlen?« — 2. »Welche anderweite Maßregeln können angewendet werden, um für die Zukunft der Hochwassergefahr und den Überschwemmungschäden soweit wie möglich vorzubeugen?«

Der Ausschuß hat alle preußischen Stromgebiete eingehend untersucht und kam zu dem Ergebnis, daß der Ausbau der Ströme an den genannten Unglücksfällen unschuldig wäre. Die weiter ihm gestellten Aufgaben: »Ermittelung der Unterlagen, welche zur Gewinnung eines übersichtlichen Bildes der physikalischen und Wasserhaushalts-Verhältnisse der verschiedenen Flußgebiete bereits vorhanden sind, und Anleitung zur Herbeischaffung der noch fehlenden Unterlagen«, sowie »Bearbeitung einer übersichtlichen hydrographischen, wasserwirtschaftlichen Darstellung der einzelnen Ströme und ihrer Nebenflüsse unter besonderer Berücksichtigung der in den letzten Jahren hervorgetretenen Hochwasser-Erscheinungen und der dabei in Betracht kommenden besonderen Umstände« haben unter hervorragender Beteiligung des Geheimen Oberbaurats Hermann Keller zur Herausgabe der umfangreichen, vortrefflichen, unten genannten Werke[1]) geführt, die bei der vorliegenden Arbeit vielfach benutzt worden sind.

1) Der Oderstrom, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse, herausgegeben vom Bureau des Ausschusses 1896. Berlin (D. Reimer).

Der Elbstrom, desgl. im Auftrage der deutschen Elbuferstaaten und unter Beteiligung

Noch bevor der Ausschuß seine Tätigkeit beendigt hatte, suchten die im Landtage zur Herrschaft gelangten konservativen Agrarier die Binnenschiffahrt auf den großen Strömen, »den Einfalltoren für ausländische Getreide«, dadurch zu beschränken, daß sie die Einführung von Schiffahrtabgaben verlangten (1894). Dieser Wunsch wurde damit begründet, daß die vielen zum Ausbau der Ströme verwendeten Millionen sich doch verzinsen müßten; an die großen Vorteile für die Landwirtschaft wurde dabei nicht gedacht. Die von der konservativen Mehrheit im Abgeordnetenhause beeinflußte Staatsregierung hat sich seit jener Zeit allmählich mit diesem Gedanken befreundet, so daß sie im Jahre 1905 keinen Widerstand leistete, als bei der Wasserstraßenfrage die Einführung von Schiffahrtabgaben auf den natürlichen Wasserstraßen zur Bedingung für die Annahme des Gesetzes gemacht wurde.

2. Der Ausbau und der Aufstau der kleineren deutschen Ströme. Auch bei der Verbesserung der kleineren Ströme war der Hauptzweck ursprünglich die Förderung der Schiffahrt; aber die Rücksichten auf die Landwirtschaft, auf die Verbesserung, Ent- und Bewässerung der angrenzenden Ländereien, traten in Deutschland und besonders in Preußen im Laufe der Zeit allmählich überall in den Vordergrund. In einigen Fällen gelang es durch einen ähnlichen Ausbau wie bei den großen Strömen die erforderliche Fahrwassertiefe zu schaffen; oft versagte dies Mittel jedoch und man mußte zum künstlichen Aufstau übergehen.

Die wichtigeren, seit 1870 für die Schiffahrt erreichten Erfolge sollen in der Richtung von Westen nach Osten aufgeführt werden. (Die noch nicht zur Ausführung genehmigten Entwürfe sind in kleinerem Druck mitgeteilt.)

Mosel und Saar. Die durch den Ausbau der preußischen Mosel (S. 113) erreichten Wassertiefen genügten nicht für einen einträglichen Schiffahrtbetrieb. Als am Anfang der achtziger Jahre die rheinisch-westfälischen Eisenwerke große Mengen lothringischer Erze (Minette) verbrauchten, entstand der Wunsch nach billigerer Beförderung auf dem Wasserwege, zumal der vom Rhein in großen Mengen nach Lothringen gelieferte Koks eine gute Rückfracht zu sein schien. Es bildete sich ein Verein zur Kanalisierung der Mosel und im Jahre 1885 wurde auf dessen Kosten von dem Bezirksingenieur Friedel zum künstlichen Aufstau des Stromes bis Metz ein erster Entwurf aufgestellt, der in den Jahren 1889 bis 1893 durch den Baurat Schönbrod für die preußische und luxemburgische Strecke umgearbeitet wurde. In der Zeit von 1901 bis 1903 ließ die preußische Regierung unter Benutzung der vorhandenen Vorarbeiten einen neuen Entwurf für die Strecke von Koblenz bis zur lothringischen Grenze bei Perl aufstellen, während die elsaß-lothringische Regierung die anschließende Strecke bis Metz bearbeitete.

Die preußische Regierung verband mit diesem Entwurfe gleichzeitig den zum künstlichen Aufstau der Saar von ihrer Mündung in die Mosel bei Conz aufwärts bis zum Anschluß an die bereits aufgestaute obere Strecke bei Ensdorf und zur Verbesserung und Erweiterung der letzteren über Saarbrücken bis zur elsaß-lothringischen Grenze bei Brebach. Hierdurch sollten auch die im Saargebiet ansässigen Eisenwerke eine leistungsfähige Wasserstraße erhalten, wenngleich deren Vertreter (v. Stumm) früher ein Gegner der Wasserstraßen gewesen war. Im Jahre 1907 waren die Verhandlungen zwischen den beiden Staatsregierungen über die Durchführung der Mosel- und Saarkanalisierung zum Abschluß gebracht.

---

des Wasserausschusses herausgegeben von der Kgl. Elbstrombauverwaltung in Magdeburg 1898. Berlin.

Memel- Pregel- und Weichselstrom, desgl. im Auftrage des Wasserausschusses herausgegeben von H. Keller 1899. Berlin.

Weser und Ems, desgl. wie vor herausgegeben von H. Keller 1901. Berlin.

Gleichzeitig mag an dieser Stelle das entsprechende, ältere, viel benutzte Werk angeführt werden, das unter Leitung von Honsell bearbeitet ist und gewissermaßen als Muster gedient hat:

Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse, im Auftrage der Reichskommission zur Untersuchung der Rheinstromverhältnisse herausgegeben von dem Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Großherzogtum Baden, 1889. Berlin (Ernst u. Korn).

Trotz vieler Anträge aus dem Kreise der Beteiligten legte die preußische Regierung jedoch dem Landtage keinen bezüglichen Gesetzentwurf vor. Die zunächst vorgeschobenen Schwierigkeiten mit Luxemburg waren 1904 beseitigt; der Hauptgrund war aber die Furcht vor großen Einnahmeausfällen der Staatsbahnen. Dazu kam, daß die frühere, sehr wasserstraßenfreundliche Gesinnung der rheinisch-westfälischen Eisenleute aus Furcht vor dem zu erwartenden Wettbewerb der südwestdeutschen Eisenwerke an der Saar und an der oberen Mosel in das Gegenteil umgeschlagen war, nachdem durch die billige Beschaffung ausländischer Erze aus Schweden und Spanien der Bezug lothringischer Minette entbehrlich geworden war. Bei allen Verhandlungen im Abgeordnetenhause hat sich deshalb die Regierung gesträubt, die Entwürfe zur Ausführung zu bringen, obwohl deren Einträglichkeit von niemand bezweifelt wird. Beide Flüsse sind 1911 in den sogenannten Rheinverband des Reichsgesetzes über die Schiffahrtabgaben aufgenommen worden; doch ist die Ausführung der Bauten dabei nicht beschlossen worden.

Nach den Entwürfen soll die Mosel in 40 Stufen aufgestaut werden, von denen 8 in Lothringen liegen. Von der ganzen, 300 km langen, Wasserstraße liegen 241 km unterhalb der elsaß-lothringischen Grenze; von dem ganzen Gefälle von 102 m entfallen 81 m auf die preußische Strecke. An jeder Staustufe soll eine Schleppzugschleuse von 240 m Länge, 10,6 m Breite und 3 m Tiefe unter N. W. errichtet und in den Haltungen eine Mindesttiefe von 2,5 m hergestellt werden, so daß 65 m lange und 8 m breite Schiffe von 600 t Tragfähigkeit zu jeder Zeit unbehindert mit einer Tauchtiefe von 1,75 m verkehren können. Die Krümmungen des mindestens 40 m breiten Fahrwassers sollen mindestens einen Halbmesser von 300 m bekommen. Für den Betrieb sind Schleppzüge von einem Dampfer mit 3 Lastschiffen in Aussicht genommen.

Für die Saar ist nur ein 25 m breites und 2 m tiefes Fahrwasser in Aussicht genommen. Von der Mündung bei Conz bis Ensdorf (77 km) sollen 16 neue Schleußen und oberhalb Ensdorf bis Saarbrücken (23 km) an den bestehenden Staustufen 4 neue Schleusen von je 85 m Länge, 10,6 m Breite und 2,5 m Tiefe erbaut werden, die gleichzeitig einen Schleppdampfer mit nur einem Lastschiff aufnehmen können. Bis zur Grenze würden noch 2 weitere Schleusen erforderlich werden.

Lahn. Die Verhältnisse liegen ähnlich wie bei der Mosel. Es bildete sich zunächst ein Verein, der 1894 bis 1897 auf seine Kosten einen Entwurf zum vollständigen künstlichen Aufstau für 600 t-Schiffe ausarbeiten ließ. Die Staatsregierung hat auf Grund dieser Vorarbeiten 1905 neue Anschläge für kleinere Schiffe aufstellen lassen, ein betreffendes Gesetz dem Landtage aber bisher nicht vorgelegt[1]). Das Schicksal dieser (142 km langen) Wasserstraße ist enge mit der Mosel verbunden. Auch die Lahn ist in den Rheinverband aufgenommen, ohne daß ihr Ausbau vorläufig beschlossen wurde (vgl. S. 112).

Main. Die Bemühungen, den unteren Main durch Einschränkung mittels Buhnen auf die gewünschte Tiefe zu bringen, hatten, wie oben (S. 110) mitgeteilt, keinen Erfolg und die Handelskammer von Frankfurt versuchte darum seit dem Jahre 1867 auf andere Weise eine gute Wasserverbindung mit dem Rhein herzustellen. In den Jahren 1869 bis 1873 ließ sie den Entwurf zu einem Seitenkanal auf dem linken Mainufer ausarbeiten, den sie mit Beihilfe des preußischen Staats auf eigene Kosten ausführen wollte. Da die Beschaffung der Geldmittel auf Schwierigkeiten stieß, nahm die Regierung die Sache in die Hand und ließ in den Jahren 1875 und 1876 einen neuen Entwurf zum künstlichen Aufstau des Stromes von der Mündung bis Frankfurt aufstellen. Nach Abschluß des Staatsvertrags mit Hessen im Jahre 1883 wurde der Bau begonnen und im Jahre 1886 beendigt.

Die 33 km lange Strecke hat 10,4 m Gefälle, die auf 5 Staustufen verteilt sind. Die Schleusen wurden zunächst 80 m lang, 10,5 m breit und bei Niedrigwasser 2,5 m tief gemacht, aber im Jahre 1891 durch Verlängerung um 255 m, unter Beibehaltung der Unterkanäle von 20 m Sohlbreite, zu Schlepp-

1) Vgl. Zeitschrift für Binnenschiffahrt, 1908, S. 288 und Jahrgang 1912, S. 113.

zugschleusen umgebaut. Die neuen Untertore sind 12 m weit. Zwischen den Schleusen hat das Fahrwasser eine Mindesttiefe von 2,5 m. (Die Mündungschleuse bei Kostheim hat jetzt bei Niedrigwasser infolge der Senkung des Rheinspiegels (S. 179) nur 2,1 m Wassertiefe auf dem Unterdrempel; es ist darum der Bau einer neuen Schleuse beabsichtigt.)

Nach dem großen Erfolg dieses Unternehmens erstrebte bald auch Offenbach und die hessische Regierung die Fortsetzung der leistungsfähigen Wasserstraße, was im Staatsvertrage von 1883 bereits vorgesehen war. In den Jahren 1897 bis 1902 wurde zu diesem Zweck 5,5 km oberhalb des Frankfurter Hafens die Staustufe Offenbach (Oberrad) von Hessen gebaut und das Fahrwasser bis dahin durch Felssprengungen auf 2,5 m vertieft. Die neue Schleusenanlage unterscheidet sich von den älteren dadurch, daß alle Tore eine Weite von 12 m erhalten haben.

Auch in Baiern wünschte man an den Vorteilen der neuen Wasserstraße teilzunehmen. Schon 1891 entwickelte Prinz Ludwig in der Kammer der Reichsräte den Plan einer leistungsfähigen Wasserstraße durch ganz Baiern vom Main durch den umzubauenden Ludwigkanal und durch die Donau bis zur Reichsgrenze; aber nach Gründung des baierischen Kanalvereins im Jahre 1892 (S. 162) dauerte es noch 10 Jahre, bis die baierische Regierung einen Entwurf zum künstlichen Aufstau des Stromes von Hanau bis Aschaffenburg (32 km) aufstellen ließ. Es wurde dabei angenommen, daß die Fortsetzung der Wasserstraße von Offenbach bis Hanau (17 km) von Preußen gebaut werden würde.

Die Verhandlungen zwischen Baiern und Preußen zogen sich von 1901 bis 1906 hin, weil der letztere Staat aus dem baierischen Unternehmen Verluste in seinen Eisenbahneinnahmen befürchtete. Zuerst hatte Preußen im Jahre 1901 verlangt, Baiern solle sich verpflichten, »Tarifmaßnahmen im Aschaffenburger Umschlagverkehr mit Baiern und darüber hinaus, die geeignet seien, landwirtschaftliche oder gewerbliche Interessen im Bereich der preußisch-hessischen Staatsbahnen durch Verschiebung der Wettbewerbsverhältnisse zu benachteiligen, nicht ohne Verständigung mit den preußisch-hessischen Staatsbahnen auszuführen«. Auf diese Bedingung konnte Baiern nicht eingehen und erst nach der Annahme der großen Wasserstraßenvorlage im preußischen Landtage (1905), bei der die Einführung von Schiffahrtabgaben auf den natürlichen Wasserstraßen beschlossen war, kam es zu einer Einigung zwischen beiden Staaten: Es wurde vereinbart, daß der Beginn der Bauarbeiten zum künstlichen Aufstau des Mains bis Aschaffenburg aufgeschoben werden sollte, bis die Schiffahrtabgaben gesetzlich eingeführt wären. Hierdurch war Baiern für diese Sache im Bundesrat gewonnen, zumal die Kosten für den Bau der Strecke von Offenbach bis Aschaffenburg aus den fraglichen Abgaben bestritten werden sollten. Nach dem zwischen beiden Staaten und mit Hessen vereinbarten Entwurfe soll die 48 km lange Stromstrecke von Offenbach bis Aschaffenburg in 6 Stufen aufgestaut werden, sodaß durchweg ein mindestens 36 m breites und 2,5 m tiefes Fahrwasser entsteht. Die 12 m weiten Schleusen sollen als Zugschleusen entweder (nach preußischem Vorschlage) 255 m lang mit 2 Häuptern oder (nach baierischem Vorschlage) 300 m lang mit 3 Häuptern angeordnet werden. Im letzteren Falle soll durch das Mittelhaupt eine obere 100 m lange Kammer abgeteilt werden. 3 Staustufen liegen in Preußen und 3 in Baiern.

Um die Schiffahrtstraße von Aschaffenburg aufwärts bis Bamberg fortzusetzen, ist auf Kosten des baierischen Kanalvereins ein Entwurf durch Faber aufgestellt worden (1903). Da zum gleichartigen Aufstau des Stromes in der rund 306 km langen Strecke etwa 55 Staustufen nötig wären, deren Durchfahrung eine zu lange Zeit erfordern würde, hat Faber 204 km Seitenkanäle (zum Teil mit Tunneln) vorgeschlagen, wodurch der Weg im ganzen nur etwa 285 km lang und die Zahl der Schleusen auf 23 ermäßigt werden könnte. Die Abmessungen sind für Schiffe von 1000 t Tragfähigkeit berechnet worden. Für die Kanäle ist eine Tiefe von 3,5 m, für die aufgestauten Stromstrecken eine Mindesttiefe von 3 m vorgesehen. (Die beiden in neuerer Zeit gebauten Schleusen bei Würzburg und Schweinfurt haben eine Weite von je 10,5 m erhalten. Die Kammer in Schweinfurt ist 130 m lang, in Würzburg aber nur 55 m.)

Bei der Abneigung des baierischen Landtags gegen den Bau von Wasserstraßen ist auf die Ausführung dieses Entwurfs in absehbarer Zeit nicht zu rechnen, wenngleich die Mainstrecke bis Bamberg in den Rheinverband des Reichs-Schiffahrtabgabengesetzes aufgenommen worden ist. Man hat inzwischen die Arbeiten zum Ausbau und zur Verbesserung des Fahrwassers fortgesetzt. Obwohl dabei endlich die letzten Mühlwehre beseitigt wurden, hat sich hinsichtlich der Wassertiefe herausgestellt, daß man bei Niedrigwasser keine größere Tiefe als 0,7 m durch den Ausbau erreichen kann.

Zum Umbau des Ludwigkanals (S. 112) sind gleichfalls auf Veranlassung des Vereins durch Faber verschiedene Entwürfe aufgestellt worden, um bei 2,5 m Wassertiefe und bei Abmessungen, die denen des Dortmund-Ems-Kanals entsprechen, Schiffe von 600 t Tragfähigkeit befördern zu können. Faber gab der Scheitelhaltung eine doppelte Länge (48 km) und entwarf, unter Anwendung von 6 Hebewerken, für den Donauabstieg (79,2 m) 4 und für den Mainabstieg (186,8 m) 14 Stufen. Ohne Hebewerke würden 33 Schleusen von je etwa 10 m Gefälle erforderlich werden. Es sind übrigens verschiedene Abkürzungslinien (auch vom Main aus) vorgeschlagen, die aber von zweifelhaftem Wert zu sein scheinen[1]). In neuester Zeit ist auch ein Kanal von München nach Wertheim am Main angeregt, der aus der Isar und dem Lech gespeist werden, die Donau kreuzen und durch Zweigkanäle mit Augsburg und Nürnberg verbunden werden soll.

Im Anschlusse mögen die Verhältnisse der baierischen Donau besprochen werden. 35 km unterhalb der Kanalmündung bei Kehlheim bildet die aus dem 12. Jahrhundert stammende Regensburger Brücke das größte Hindernis für die Schiffahrt. Unterhalb Regensburg bis Passau sind die fortgesetzten Arbeiten zur Verbesserung des Fahrwassers von Erfolg gewesen. Bei gemitteltem Niedrigwasser ist fast überall eine Mindesttiefe von 1,3 m erreicht worden. In der schwierigen Felsenstrecke (Hofkirchener Kachlet) hat man eine 42 m breite Rinne ausgesprengt, die selbst beim niedrigsten Wasserstande eine Tiefe von 1,1 m bis 1,2 m hat. In Übereinstimmung mit den in Österreich neuerdings verfolgten Zielen müßte auch in Baiern eine Mindesttiefe von 2 m erstrebt werden.

Auf Veranlassung und auf Kosten der Handelskammer von Ulm hat der baierische Kanalverein durch Faber auch die Durchführung einer Großschiffahrtstraße von Kehlheim aufwärts bis zu dieser Stadt untersuchen lassen. Dabei hat sich ergeben (1905), daß von dem künstlichen Aufstau dieser Donaustrecke abzusehen und besser ein Seitenkanal herzustellen wäre. (Die Länge dieser Wasserstraße beträgt 170 km und das gesamte Gefälle 127 m, das auf 13 Stufen zu verteilen wäre.) In Anbetracht der hohen Kosten eines solchen Unternehmens hat man in neuester Zeit Versuche zum Ausbau der schlechtesten Stellen dieser Stromstrecke durch Buhnen u. dgl. gemacht. Es scheint, daß man vielleicht eine Wassertiefe von 1 m auf diese Weise erreichen wird.

Neckar. Nach der Vereinbarung von 1863 (S. 109) haben die Uferstaaten Baden, Hessen und Württemberg sich bemüht, das Fahrwasser des Stromes möglichst zu verbessern und durch die Einführung der Kettenschiffahrt (1878 bis Heilbronn, 1890 bis Lauffen) hat sich auch ein nicht unbedeutender Verkehr entwickelt. Eine leistungsfähige Wasserstraße für Rheinschiffe kann aber nur durch künstlichen Aufstau geschaffen werden. Württemberg fand in diesem Wunsche lange Zeit kein Entgegenkommen bei Baden, weil dieser Staat den einträglichen Umschlag in Mannheim behalten wollte. Im Jahre 1904 kam es zu einer Vereinbarung mit Hessen und Baden, sowie zur gemeinschaftlichen Aufstellung eines Entwurfs zum künstlichen Aufstau des Stromes von Mannheim bis Heilbronn (117,5 km) durch 17 Staustufen, die zusammen ein Gefälle von 67 m überwinden. Das Fahrwasser soll mindestens 30 m breit und 2,2 m tief werden, sodaß Schiffe von etwa 1000 t Tragfähigkeit (80 m lang, 10,2 m breit) verkehren können. Die Schleusen sind 10,5 m weit, 2,5 m tief und 100 m lang entworfen, damit ein Schleppzug, bestehend aus einem großen oder zwei kleinen Schiffen und einem Schleppdampfer, darin Platz findet. Durchstiche sind nicht beabsichtigt; doch sollen an 3 Stellen (oberhalb Mannheim, oberhalb Heidelberg und bei Heilbronn) kurze Seitenkanäle ausgeführt werden, wodurch die Wasserstraße um 1 km verkürzt wird.

Nach dem Schiffahrtabgabengesetz soll dieser Entwurf aus dem Ertrage der Abgaben hergestellt werden; auch ist die weitere Strecke bis Eßlingen in den Rheinverband aufgenommen worden.

---

1) Vgl. das eingehende Werk von Steller: Der wirtschaftliche Wert einer baierischen Großschiffahrtstraße. 1908. Verlag des Vereins für Hebung der Fluß- und Kanalschiffahrt in Baiern.

In **Stuttgart** hat sich ferner im Jahre 1904 ein Neckar-Donau-Kanalkomitee gebildet, das Vorarbeiten für eine Schiffahrtstraße zwischen dem Neckar bei Neckarrems und der Donau bei Lauingen gemacht hat. Der 113 km lange Kanal für 600 t-Schiffe würde vom Neckar 293 m emporsteigen und 52 m zur Donau fallen, sodaß die Scheitelhaltung 496 m über dem Meere liegt. Es sind 15 Schleusen und 3 Hebewerke vorgesehen. Auch ist die Verbindung der Donau bei Ulm mit dem Bodensee untersucht worden. Der etwa 103 km lange Kanal würde eine Scheitelhöhe von 595 m über dem Meere haben und im Tal der Schussen in den Bodensee östlich von Friedrichshafen münden [1]).

Um die **Ruhr** für große Rheinschiffe bis Mülheim (12 km) zugänglich zu machen, ist der künstliche Aufstau und die Erbauung großer Schleusen von beteiligten Bergwerksbesitzern ins Auge gefaßt worden.

Die **Lippe** wird im Zusammenhange mit dem Rhein-Weser-Kanal ausgebaut und aufgestaut werden, worüber unten berichtet werden wird.

Fulda. Die Schiffahrt auf diesem Strome war um die Mitte des 19. Jahrhunderts fast ganz verschwunden. In den Jahren 1893 bis 1897 wurde die Fulda in 7 Stufen von Münden bis Kassel (27 km) künstlich aufgestaut, wobei die alten bestehenden Wehre (S. 55) zum Teil benutzt wurden. Die Fahrwassertiefe beträgt mindestens 1,5 m. Die Kammerschleusen sind 60 m lang und 8,6 m breit [2]). Die ganze Wasserstraße von Bremen bis Kassel ist 394 km lang.

Werra. Es war früher (S. 55) berichtet worden, daß die Schiffahrt auf diesem Strome durch den Bau der Schleuse bei Münden im Jahre 1877 nicht mehr lebensfähig gemacht werden konnte. Sie hörte allmählich ganz auf und der preußische Minister der öffentlichen Arbeiten entschied 1886, daß »die Frage der Regulierung der Werra einstweilen auf sich beruhen bleibe«. Im Jahre 1905 wurde die Verbesserung der Schiffahrtstraße wieder angeregt und 1907 in Hannover ein Verein für Schiffbarmachung der Werra gegründet, der durch Havestadt und Contag einen Entwurf zum künstlichen Aufstau von Münden bis Wernshausen und zu einem Stichkanal von Hörschel bis Eisenach ausarbeiten ließ. Die Flußlänge bis Wernshausen soll von 195 km auf 181 km abgekürzt werden; das gesamte zu überwindende Gefälle beträgt 132,5 m. Die 48 Schleusen sollen die Abmessungen des Rhein-Weser-Kanals erhalten, 67 m Länge und 10 m Breite, sodaß Schiffe von 600 t Tragfähigkeit verkehren können. Die Fahrwassertiefe soll vorläufig 2 m betragen und eine Vergrößerung auf 2,5 m ist vorgesehen. Der 6 km lange Zweigkanal nach Eisenach mit 4 Schleusen soll einschiffig hergestellt werden. Besondere technische Schwierigkeiten liegen nicht vor, zumal die vorhandene Wassermenge auch ohne Anlage von Staubecken (die aber vorgesehen sind) genügen dürfte.

Der Verein reichte 1909 den Entwurf dem preußischen Ministerium ein, erhielt aber im März 1911 die Antwort, daß die Minister es ablehnen, dem Gedanken eines Baues auf Staatskosten näherzutreten [3]). Es ist aber die Werrastrecke von Münden aufwärts bis zur weimarischen Grenze bei Falken bei dem Schiffahrtabgabengesetz wenigstens in den Weserverband aufgenommen worden.

Baurat Contag hat im Jahre 1910 die Fortführung der Wasserstraße von Wernshausen über Meiningen, Römhild und Heldburg zum **Main** bei Bamberg untersucht. Der 117 km lange Kanal würde von Wernshausen 136 m hoch mit 12 Schleusen und 3 Hebewerken zur Scheitelhaltung steigen, die 385 m über dem Meere liegt, und mit 5 Hebewerken und 12 Schleusen 154 m zum Main fallen [4]). Diese Wasserstraße würde für den Verkehr zwischen Baiern und Bremen große Bedeutung haben.

Aller. Seit der Erbauung der Eisenbahnen hatte der Verkehr auf dem Strome vollständig aufgehört (S. 118). In den neunziger Jahren wurde durch

1) Die württembergischen Großschiffahrtpläne von Gugenhau und Eberhardt. Stuttgart 1908.
2) Zeitschrift für Bauwesen 1899.
3) Tourneau, Die Schiffbarmachung der Werra. Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1911.
4) Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1910, S. 543.

die Kaufmannschaft von Celle wieder ein regelmäßiger Schiffahrtverkehr mit Bremen eingerichtet. Das Fahrwasser, obwohl durch Buhnen und andere Bauten verbessert, genügte aber selbst bescheidenen Ansprüchen nicht und wegen mangelnder Wassertiefe mußte der Betrieb oft eingestellt werden. Im Jahre 1908 entschloß sich die Staatsregierung, die schlechteste, 52 km lange Strecke zwischen Celle und der Leinemündung in 4 Stufen künstlich aufzustauen. Die Schleusen, für Schleppzüge eingerichtet, haben eine Länge von 165 m und eine Torweite von 10 m. Es soll bei gemitteltem Niederwasser eine geringste Fahrwassertiefe von 1,5 m geschaffen werden [1]). Die Stadt Celle hat dem Staate gegenüber eine Gewährleistung übernommen, falls die zu erhebenden Schiffahrtabgaben nicht zur Deckung der Betriebskosten, sowie zur Verzinsung und Tilgung der Baukosten ausreichen. Die Stadt hat sich dabei die Unterstützung durch Bremen und Braunschweig gesichert. Im Jahre 1911 war die oberste Staustufe fertig. Die Vertiefung der Strecke unterhalb der Leinemündung auf 1,5 m Tiefe ist in das Schiffahrtabgabengesetz aufgenommen.

Saale. Bei den in den achtziger Jahren ausgeführten Verbesserungen wurde eine Mindesttiefe bei Niederwasser von 0,93 m in der Strecke von der Elbe bis zur Elstermündung und von 0,7 m in der oberen Strecke der Saale und der Unstrut bis Artern erstrebt (S. 126). In der Unstrut wurden 10 Schleusen und zwischen Naumburg und Weißenfels noch 3 Schleusen gebaut, sodaß jetzt im ganzen 17 Schleusen in der Saale und 12 in der Unstrut vorhanden sind. 1885 wurde die Schleuse Alsleben und später (1888 bis 1890) die Schleusen Kalbe und Bernburg umgebaut. Diese neuen Bauwerke bekamen eine Länge von 56,5 m und eine Breite von 6,5 m, während die älteren 4 Schleusen bis Halle nur 6,12 m breit sind. Die geringsten Abmessungen der Schleusen zwischen Halle und Artern sind 47 m Länge und 5,65 m Breite. Die Länge der Wasserstraße von der Elbe beträgt bis Halle 105 km, bis zur Unstrut 172 km und bis Bretleben oberhalb Artern 243 km. Die Gefällstrecken zwischen den Stauwerken sind durch den Bau von Buhnen und Deckwerken, sowie durch Baggerungen möglichst verbessert worden; die Tiefen sind aber besonders in den unteren Strecken noch ungenügend. Bei mittlerem Niedrigwasser kann man zwischen der Elbe und Halle auf eine Mindesttiefe von höchstens 1,1 m, oberhalb Halle bis zur Unstrut auf 1,2 m und in der Unstrut selbst auf 1,4 m rechnen; das erstrebte Ziel von 0,93 m beim niedrigsten Wasserstande ist in der unteren Strecke bisher nicht erreicht worden.

In dem Schiffahrtabgabengesetz ist vorgesehen »der Ausbau der Saale von der Einmündung des geplanten Verbindungskanals mit Leipzig in der Nähe von Kreypau bis Halle für Schiffe von mindestens 400 t Tragfähigkeit, sowie die Verbesserung des Fahrwassers von Halle bis zur Elbe«. In der von der preußischen Regierung dem Reichstage vorgelegten Denkschrift ist darauf hingewiesen, daß die Elbe künftig oberhalb der Saale eine Mindesttiefe von 1,1 m

1) Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1908, S. 398.

und unterhalb von 1,25 m erhalten solle. Für die Saale wäre die Tiefe von 1,25 m daher auch erstrebenswert; aber man sei bisher in gewissen Strecken nur für die Vertiefung auf 1,1 m zu bestimmten Ergebnissen gelangt. Von Kreypau bis Halle müßten außer einem Umgehungskanal bei Merseburg und anderen Erweiterungsbauten 5 neue Schleusen von größeren Abmessungen gebaut werden, und es werde sich dort eine Mindesttiefe von 0,93 m beim niedrigsten Wasserstande von 1904 erreichen lassen. Auch unterhalb Halle werde sich bis zur Elbe durch weiteren Ausbau, Felssprengungen und Veränderungen an einigen Schleusen die Tiefe von 0,93 m ergeben. Schwierig sei aber in der anhaltischen Strecke die Erreichung einer Tiefe von 1,1 m, und um eine solche von 1,25 m zu gewinnen, würde man wahrscheinlich 2 neue Staustufen dort einlegen müssen. In der untersten preußischen Strecke bis zur Elbe würde zur Erreichung einer Tiefe von 1,1 m gleichfalls eine neue Staustufe bei Gr. Rosenburg (unterhalb Kalbe) nötig werden.

Die jetzigen großen, auf etwa 400 t geeichten Saaleschiffe können bei einer Wassertiefe von 0,93 m nur etwa 95 t laden, bei einer Tiefe von 1,1 m etwa 150 t und bei einer Tiefe von 1,25 m etwa 190 t. Um sie voll auszunutzen, wäre eine Wassertiefe von mindestens 2 m erforderlich.

Über die früheren Kanalentwürfe, um Leipzig mit der Elbe zu verbinden, war früher (S. 172) berichtet. Die Linie zur Saale bei Merseburg hat sich schließlich als zweckmäßigste herausgestellt und ist auch bei dem beabsichtigten Ausbau der Saale berücksichtigt. Von Havestadt und Contag ist im Jahre 1910 im Auftrage der Leipziger Kanalgesellschaft und der preußischen Elster-Saale-Kanalgesellschaft in Merseburg ein neuer Entwurf für diesen Elster-Saale-Kanal aufgestellt worden. Er ist von Kreypau bei Merseburg bis zum Kanalhafen Plagwitz-Lindenau bei Leipzig 21,5 km lang und in seinen Abmessungen für 600 t-Schiffe (65 m lang, 8 m breit) eingerichtet. Dabei ist angenommen, daß zunächst zwar (wie bisher unterhalb Halle) nur Saaleschiffe von 51,5 m Länge, 6 m Breite und 400 t Tragfähigkeit dort verkehren können, daß aber die unteren Saaleschleusen, falls sich infolge des erwarteten starken Verkehrs eine Vermehrung der Kammern oder Neubauten als erforderlich herausstellen, voraussichtlich gleichfalls für 600 t-Schiffe eingerichtet werden würden.

Der Querschnitt des Kanals hat bei einer nutzbaren Fahrwasserbreite von 20 m eine Mindesttiefe von 2 m. Der kleinste Krümmungshalbmesser beträgt 600 m. Außer der Einlaßschleuse im rechten Saaledeich bei Kreypau sind noch 4 Kammerschleusen von je 5,33 m Gefälle vorgesehen, sodaß der Kanal vom Niederwasser der Saale bis Leipzig eine Höhe von 21 m zu ersteigen hat. Die Einlaßschleuse soll als Zugschleuse 165 m lang und 9 m breit werden, während die anderen Schleusen 67 m lang, 9 m breit und 3 m tief entworfen sind.

Havel und Spree. In der unteren Havelwasserstraße, die von der Elbe bis zur Spreemündung bei Spandau reicht und jetzt etwa 170 km lang ist, wurden seit Mitte der siebziger Jahre mancherlei Verbesserungen für die Schiffahrt gemacht. Zur Umgehung der Seenstrecke bei Potsdam (Potsdamer Havel) und zur Abkürzung des Wegs (um 13,5 km) wurde in den Jahren 1874 bis 1878 die Sakrow-Paretzer Wasserstraße (17 km lang) erbaut, die im Jungfernsee oberhalb von Potsdam beginnt und im Göttinsee bei Ketzin endigt.

Der als Kanal hergestellte, etwa 7 km lange Teil ist 10 Jahre später in der Sohle auf 18 m verbreitert und vertieft worden. Bei Nedlitz wurde 1902 ein neuer, abkürzender Durchstich mit einer nutzbaren Fahrwasserbreite von 20 m und einer nutzbaren Tiefe von 2 m bei Niederwasser gebaut. Die ältere Kanalstrecke hat jetzt ungenügende Tiefen und Breiten; im Jahre 1912 werden entsprechende Erweiterungsbauten ausgeführt werden.

Die untere Havel (S. 128) wurde seit 1885 von der Elbe aufwärts unter Anwendung von Buhnen, Deckwerken, Durchstichen und Baggerungen ausgebaut, und das Ziel von 1,25 m Mindesttiefe ist im allgemeinen erreicht worden. Diese Tiefe genügt aber für den zunehmenden Verkehr zwischen Hamburg und Berlin nicht, zumal die Niederwasserzeiten auf der unteren

Elbe und der unteren Havel nicht immer zusammenfallen. Im Jahre 1889 wurde in Brandenburg die Vorstadtschleuse mit 67 m Länge, 16,6 m Kammerbreite und 8,6 m Torweite und im Jahre 1901 bei Rathenow in einem Haveldurchstich die Hauptschleuse von 220 m Länge und 9,6 m Weite dem Verkehr übergeben.

Durch die Ausführung des Gesetzes über die Verbesserung der Vorflut- und Schiffahrtverhältnisse in der unteren Havel vom Jahre 1904 wurde auch für die Schiffahrt eine bedeutende Verbesserung der Strecke von Brandenburg bis zur Elbe herbeigeführt. Bei Brandenburg wurde zur Umgehung der Stadt ein neuer Schiffahrtweg, der 5,5 km lange schleusenlose Silokanal, gebaut und unterhalb des Plauer Sees wurden 3 neue Staustufen im Strome angeordnet, eine oberhalb und zwei unterhalb Rathenow. Zwischen den Staustufen und unterhalb der letzten, die bei Garz, etwa 30 km oberhalb der Mündung in die Elbe liegt, ist der Strom verbreitert, vertieft und zum Teil mittels Durchstichen gerade gelegt worden. Durch die Stauanlagen kann künftig oberhalb Garz jederzeit die Wassertiefe von 2 m gehalten werden. Neben den 3 neuen Wehren und neben der bestehenden Vorstadtschleuse Brandenburg sind 4 neue Schleppzugschleusen von 220 m Länge, 17,5 bis 19 m Kammerbreite und 10 m Torweite erbaut worden. Die Arbeiten sind im Jahre 1911 beendet worden. Dadurch ist die ganze untere Havelwasserstraße von Garz bis Spandau aufgestaut. Unterhalb Garz ist der Strom durch Baggerung so vertieft, daß er bei fast wagerecht liegendem Spiegel der untersten Strecke und beim niedrigsten Wasserstande dieselbe Tiefe hat wie die Elbe an seiner Einmündung.

Über die Veränderungen am Plauer Kanal war schon oben (S. 43) berichtet worden.

Die Havel-Oder-Wasserstraße von Spandau durch den Oranienburger-, Malzer- (S. 130) und Finowkanal (S. 43) nach Hohensaathen (103 km) ist seit den siebziger Jahren durch Anlage doppelter Schleusenkammern an allen 19 Staustufen und durch Vertiefung auf 1,6 m bei 16 m nutzbarer Fahrwasserbreite bedeutend verbessert worden. Der Verkehr zwischen Berlin und Stettin ist immer recht lebhaft geblieben. Aber der letzteren Stadt war durch den Bau des Kaiser-Wilhelm-Kanals und des Elbe-Trave-Kanals der Wettbewerb mit den Seehäfen Hamburg und Lübeck sehr erschwert worden, zumal auch der schlesische Handel nach dem (später zu besprechenden) Ausbau der Spree-Oder-Wasserstraße immer mehr den Weg über Berlin und durch die untere Havel nach Hamburg bevorzugte. Um diesen bedeutendsten preußischen Seehafen zu unterstützen und zu heben, ließ die Staatsregierung am Ende der neunziger Jahre den Entwurf zu einem neuen Kanal von Berlin nach Hohensaathen in Abmessungen für den Verkehr von 600 t-Schiffen aufstellen, der im allgemeinen in der Linie der bestehenden Wasserstraße lag: Von Berlin-Plötzensee führt der neue, rund 100 km lange Kanal durch den verbesserten, verkürzten und verbreiterten Spandauer Kanal (S. 132)

nach dem Tegeler See und folgt der Havel aufwärts bis in die Nähe von Pinnow. Dort verläßt er den Fluß, führt durch den Lehnitzsee und steigt mit einer Schleuse von 6 m Gefälle zur 50 km langen Scheitelhaltung, die, zum Teil im verbreiterten Malzer Kanal liegend, später den Finowkanal an der Einmündung der Werbelliner Gewässer (S. 43) kreuzt und auf der Nordseite des Kanals bis in die Nähe von Liepe führt. Hier fällt der Kanal mittels 4 Schleusen von je 9 m Gefälle zu den Oderberger Gewässern hinab. Bei Hohensaathen ist die neue Wasserstraße durch je 1 neue Schleuse mit der Westoder (dem alten Vorflutkanal) und mit der Ostoder (dem bisherigen Hauptstrom) in Verbindung gebracht (S. 191). Gegen diesen Entwurf wurde von anderer Seite eine Kanallinie in Vorschlag gebracht, die von Berlin nach Osten durch die Spree und den Dämeritzsee nach dem Oderbruch führen sollte, ähnlich wie schon im Jahre 1875 ein Kanal von der Spree zur Oder geplant und oben (S. 173) erwähnt wurde. Der Streit zwischen dieser sogenannten Ostlinie und der vorher beschriebenen Westlinie wurde zugunsten der letzteren entschieden und der neue Großschiffahrtweg Berlin—Stettin im Jahre 1905 mit dem großen Wasserstraßengesetz vom Landtage genehmigt. Seit dem Jahre 1906 ist mit dem Bau begonnen worden. Der Querschnitt des Kanals bekommt wie der Rhein-Weser-Kanal bei einer nutzbaren Fahrwasserbreite von 20 m eine geringste Tiefe von 2,3 m (in der Mitte 3 m), sodaß Schiffe von 65 m Länge, 8 m Breite und 1,75 m Tiefgang mit 600 t Tragfähigkeit verkehren können. Die Schleusen bei Plötzensee, bei Spandau und im Abstieg zu den Oderberger Gewässern bei Liepe (Niederfinow) haben 67 m Länge und 10 m Breite. Die Schleuse bei Lehnitz hat bei gleicher Breite 85 m Länge und die beiden Schleppzugschleusen bei Hohensaathen bei gleicher Torweite eine nutzbare Kammerlänge von 215 m und eine Kammerbreite von 19 m. Im Frühjahr 1913 wird die neue Wasserstraße voraussichtlich eröffnet werden.

In der 61 km langen oberen Havelwasserstraße, die vom Finowkanal bei Liebenwalde nach Norden abzweigt und bei Fürstenberg an die mecklenburgischen Wasserstraßen (S. 129) anschließt, wurde am Anfang der achtziger Jahre der von Liebenwalde zur Havel führende Voßkanal (S. 43) in einen 15 km langen Seitenkanal umgeändert, der neben der »schnellen« Havel bis Zehdenick führt und mit 2 Schleusen bei Bischofswerder und Krewelin versehen ist. Die frühere Voßschleuse wurde beseitigt. Die Schleuse Zehdenick wurde 1907 durch ein neues größeres Bauwerk ersetzt. Auch oberhalb Zehdenick wurde die Wasserstraße verbessert, obwohl ein gründlicher Ausbau bisher nicht durchgeführt werden konnte, weil Mecklenburg sich daran nicht beteiligen wollte. Aber die preußischen Seitenwasserstraßen, die Wentow-, Templiner- und Lychener Gewässer sind durch neue Schleusen und andere Anlagen in guten Zustand gebracht worden.

Oberhalb Fürstenberg sind im Anschluß an die mecklenburgische Havelwasserstraße in den Jahren 1876 bis 1879 die Rheinsberger Gewässer

schiffbar gemacht worden. Sie sind zusammen etwa 24 km lang und bestehen aus einer Kette von Seen und Verbindungskanälen, die durch die Schleuse Wolfsbruch mit der Havelwasserstraße verbunden ist.

Von den Oderberger Gewässern zweigen südlich die Wasserstraßen der alten Wriezener Oder (25 km) und des Freienwalder Landgrabens (7,8 km) ab, die seit einigen Jahren in guten fahrbaren Zustand gebracht worden sind.

Alle mit der Havel-Oder-Wasserstraße oberhalb von Pinnow in Verbindung stehenden Schiffahrtstraßen sind bisher für Schiffe von Finowmaß eingerichtet.

Die Spree-Oder-Wasserstraße führte im Jahre 1870 von Spandau durch die untere Spree, durch Berlin (entweder durch den Landwehrkanal oder durch den Kupfergraben), durch die Treptower, die Müggel-, die Fürstenwalder und die Drahendorfer Spree nach dem Wergensee, von wo die Schiffahrt durch den Friedrich-Wilhelm-Kanal (von Neuhaus bis Brieskow) zur Oder gelangte. Die großen Mängel der Straße (S. 131) und die Pläne zur Verbesserung (S. 173) sind schon erwähnt worden.

Seitdem ist die Wasserstraße in der Zeit von 1883 bis 1891 durch die »Kanalisierung der unteren Spree« und durch den »Oder-Spree-Kanal« wesentlich verbessert worden. Die untere Spree ist von Spandau bis Berlin mittels Durchstichen und anderer Bauten gerade gelegt, vertieft und bei Charlottenburg (1885) durch ein Wehr aufgestaut worden. Die Schleuse hat 2 Kammern von 74,5 und 57,5 m Länge und 9,6 m Breite (und Torweite). Innerhalb Berlins ist nach Umgestaltung der Stauanlagen am Mühlendamm die Schiffahrtstraße in den Spreelauf selbst gelegt und eine Schleuse von 110 m Länge und 9,6 m Breite gebaut worden.

Der Ausbau der Spree-Oder-Wasserstraße oberhalb Berlins wurde durch Gesetz vom Jahre 1886 im Landtage genehmigt und bis 1891 zur Ausführung gebracht. Die neue Straße verläßt bei Köpenick die Treptower Spree und geht durch die Wendische Spree (Dahme) nach dem Seddinsee, von wo der 23,9 km lange Kanal Seddinsee-Gr. Tränke nach der Fürstenwalder Spree führt. Diese Stromstrecke ist gerade gelegt und vertieft worden; sie wird auf 19,8 km Länge benutzt bis Fluthkrug, von wo der 43,8 km lange Kanal Fluthkrug—Fürstenberg zur Oder führt. Die Müggel- und die Drahendorfer Spree wurden hierbei für den durchgehenden Verkehr ausgeschaltet. Die neue Wasserstraße von der Oder bis Berlin (Mühlendamm) ist 115 km, bis zur Havel bei Spandau 132,6 km lang. Der letztgenannte Kanal von Fluthkrug bis Fürstenberg liegt zum Teil im Zuge des alten Friedrich-Wilhelm-Kanals (S. 40) und wird durch einen anderen Teil von diesem, den Speisekanal von Neuhaus, aus der Spree gespeist. Der Hauptkanal fällt mit 3 Schleusen von je etwa 4,5 m Gefälle bei Fürstenberg zur Oder und auf der Westseite mit 1 Schleuse von etwa 3 m Gefälle bei Kersdorf zur Spree. In der Fürstenwalder Spree wurde bei Fürstenwalde neben

der dort bestehenden Schleuse (S. 37) eine zweite Kammer gebaut. Der Kanal Seddinsee-Gr. Tränke ist gegen die Fürstenwalder Spree durch eine Schleuse bei Gr. Tränke abgeschlossen, die jedoch meistens offen steht, weil durch das dort in der Müggelspree errichtete Wehr der gewünschte Wasserstand (mit Ausnahme bei Hochwasser) gehalten werden kann. An dem Westende des Kanals liegt die Schleuse Wernsdorf, die mit etwa 4,5 m Gefälle auf den Wasserstand des Seddinsees hinabführt, der dem Spiegel des Berliner Staues am Mühlendamm entspricht. Die neue Wasserstraße sollte mit einer Mindesttiefe von 2 m für Schiffe von 1,75 m Tauchtiefe hergestellt werden; aber schon wenige Jahre nach der Eröffnung mußte die zulässige Tauchtiefe auf 1,6 m und später selbst auf 1,5 m herabgesetzt werden.

Die Schleusen haben (mit Ausnahme der bei Fürstenwalde, die eine nutzbare Kammerlänge von 67 m erhalten hat) eine nutzbare Länge von 60,9 m und eine Torweite von 8,6 m, sodaß sie entweder ein großes Schiff von 55 m Länge und 8 m Breite oder zwei Schiffe von Finowmaß aufnehmen können. Die Kammerbreite beträgt daher 10,12 m.

Der trapezförmige Kanalquerschnitt hatte anfänglich nur eine Sohlenbreite von 16 m, weil man keinen großen Verkehr mit 8 m breiten Schiffen erwartete. Als dieser aber sehr bald eintrat, wurde zu einer Verbreiterung der ganzen Wasserstraße geschritten, die von 1896 bis 1900 durchgeführt wurde, wobei eine Sohlenbreite von 19 m erreicht werden konnte. Die weitere starke Zunahme des Verkehrs machte eine Verdoppelung der Schleusenkammern an allen Stufen erforderlich. Die zweiten Kammern wurden 57 m lang, 9,6 m breit und mit gleich weiten Toren versehen. Die Arbeiten sind 1901 begonnen und 1911 fertig geworden. Bei Fürstenwalde waren von vornherein bereits zwei Schleusenkammern; da die ältere aber nur von Schiffen mit Finowmaß benutzt werden kann, ist die Herstellung einer dritten Kammer beschlossen worden.

Durch das Gesetz von 1904 zur Verbesserung der Vorflut wurden auch die Wasserstraßen im Spreegebiet betroffen. Der Kanal Seddinsee-Gr. Tränke sollte künftig einen Teil des Spreehochwassers abführen und mußte zu diesem Zweck vertieft und verbreitert werden. Die in den Jahren 1906 bis 1911 ausgeführten Arbeiten haben gleichzeitig eine wesentliche Verbesserung des Fahrwassers für die Schiffahrt herbeigeführt. Um aber die so geschaffene größere Tiefe für den Durchgangverkehr ausnützen zu können, war es nötig, auch die Fürstenwalder Spree und den Kanal Fluthkrug—Fürstenberg in entsprechender Weise zu verbreitern, zu vertiefen und mit festen Ufern zu versehen. Diese Arbeiten sind seit dem Jahre 1910 im Gange.

Von noch größerer Bedeutung wurde das Vorflutgesetz für die obere Spreewasserstraße, die von Neuhaus am Wergensee bis Leibsch zwar dem Namen nach schiffbar, aber wegen ihrer vielen Krümmungen und seichten Stellen von der Schiffahrt seit langer Zeit verlassen war (S. 131). Zur besseren Abführung des Hochwassers ist diese 67 km lange Flußstrecke durch

Durchstiche um etwa 14 km abgekürzt, ferner angemessen verbreitert und vertieft worden. Zur sicheren Haltung des für die angrenzenden Ländereien und für die Schiffahrt nötigen Wasserstandes sind (ähnlich wie bei der unteren Havel) 3 neue Staustufen errichtet worden, die zusammen mit dem bereits vorhandenen Stau bei Kossenblatt (S. 45) und einem Wehr in der Drahendorfer Spree genügen, um jederzeit für die Schiffahrt eine Mindesttiefe von 1,5 m zu gewährleisten. Die 3 neuen Schleusen von 43,7 m Länge und 5,35 m Breite sind für Schiffe von Finowmaß eingerichtet und im Jahre 1911 fertiggestellt worden. Es ist auf diese Weise gleichzeitig eine gute Wasserstraße durch den Schwielochsee bis Goyatz geschaffen worden.

Von den Nebenwasserstraßen sind seit 1870 auch die Rüdersdorfer (S. 35) und die Storkower Gewässer (S. 132) durch neue Schleusen und andere Einrichtungen verbessert worden. Die Dahme-Wasserstraße mit den Staustufen Neuemühle und Prieros ist infolge des Vorflutgesetzes von 1904 erweitert, vertieft und aufwärts durch Errichtung einer neuen Staustufe mit Schleuse bei Hermsdorf bis Wendisch-Buchholz verlängert worden. Alle Nebenwasserstraßen sind für Schiffe von Finowmaß eingerichtet, mit Ausnahme der Rüdersdorfer Gewässer, die für Schiffe von 65 m Länge und 8 m Breite zugänglich sind.

Um für das große Netz der Schiffahrtstraßen im Gebiet von Havel und Spree eine einheitliche technische Behandlung und Verwaltung zu sichern, wurde im Jahre 1903 in Potsdam eine besondere Behörde »Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen« errichtet, der alle Wasserstraßen zwischen Elbe und Oder mit Ausnahme der Berliner Gewässer unterstellt worden sind[1]).

Warthe. Nach Bewilligung der nötigen Geldmittel ist unter Anwendung von Buhnen der Strom überall eingeschränkt worden, um beim niedrigsten Wasserstande wenigstens bis Posen und Schrimm eine Mindesttiefe von 1 m zu erreichen (S. 136). Unterhalb der Einmündung der Netze (bei Zantoch) ist dies im Laufe der Zeit im allgemeinen gelungen; in der oberen Strecke der Warthe hat jedoch auch die Einschränkung bis auf 60 m bei Mittelwasser und die Hilfe von Baggerungen bisher nur eine Mindesttiefe von etwa 0,8 m bei gemitteltem niedrigstem Wasserstande hervorgebracht.

Nach dem Wasserstraßengesetz von 1905 soll der Strom von Zantoch bis Posen durch weiteren Ausbau für Schiffe von 400 t Tragfähigkeit zugänglich gemacht und bei gemitteltem Niedrigwasser eine Mindesttiefe von 1 m erreicht worden. Die Arbeiten sind im Gange. Im trockenen Sommer 1911 war die geringste Fahrwassertiefe in der Warthe unterhalb der Netzemündung 0,8 m und oberhalb 0,65 m.

Netze. In den Jahren 1878 bis 1882 wurde der Oberlauf des Flusses vom Goplosee (russische Grenze) an schiffbar gemacht und durch den verbreiterten und vertieften Speisegraben mit der Scheitelhaltung des Bromberger

1) Leider konnte man sich nicht entschließen, die Wirksamkeit dieser Behörde auf Berlin auszudehnen und dem Oberpräsidenten der Provinz Brandenburg (an Stelle des Regierungspräsidenten) zu unterstellen.

Kanals verbunden (S. 45). Die neue Wasserstraße, die kanalisierte obere Netze hat eine Länge von 105 km und ist aus See-, Fluß- und Kanalstrecken zusammengesetzt, die durch 8 Stufen mit 8 Schleusen aufgestaut sind. Die Fahrwassertiefe beträgt 1,5 m, in wasserarmen Zeiten aber nur etwa 1,25 m. Alle Abmessungen der Schleusen und Brücken sind für Schiffe von Finowmaß berechnet.

Der mittlere und untere Stromlauf bildet einen Teil der großen, etwa 296 km langen Oder-Weichsel-Wasserstraße, die von der Oder durch die Warthe bis Zantoch (68 km), durch die freie Netze bis zur Dragemündung (49 km), durch die lebhafte Netze bis zur Küddowmündung (72 km), durch die stille Netze bis zum Bromberger Kanal (68 km), durch diesen bis Bromberg (27 km) und durch die Unterbrahe bis zur Weichsel (12 km) führt. Über den schlechten Zustand der Netze-Wasserstraße unterhalb der Einmündung des Bromberger Kanals bei Nakel vor 1870 war schon (S. 137) berichtet. Besonders zeigte die wegen des verhältnismäßig starken Gefälles als lebhafte Netze bezeichnete Strecke viele störende Krümmungen und mangelhafte Tiefe. 1873 und 1881 wurden Entwürfe zum Ausbau aufgestellt, aber wegen der Einsprüche der angrenzenden Landwirte nicht zur Ausführung gebracht. In der Zeit von 1891 bis 1897 wurde schließlich ein anderer Entwurf ausgeführt, wobei 4 Stauanlagen errichtet wurden, die jedoch nicht den Zweck hatten, der Schiffahrt die nötige Wassertiefe zu sichern, sondern vielmehr im Winter zur Überflutung der Wiesen dienen sollten. Der Flußlauf wurde vertieft und gerade gelegt und bei gemitteltem Niedrigwasser ist eine Mindesttiefe von etwa 1 m erreicht worden. In dem trockenen Sommer 1911 war noch eine geringste Fahrwassertiefe von 0,85 m vorhanden. Die von den Schiffen nur ausnahmsweise bei aufgerichtetem Stau benutzten Schleusen erhielten eine nutzbare Kammerlänge von 57,4 m und eine Breite von 9,6 m; nur eine wurde nach der Art der älteren Schleusen im sogenannten Oder-Spree-Kanal mit 59 m Kammerlänge und einer Torweite von 8,6 m erbaut. Alle Schleusen können entweder ein großes Schiff von 55 m Länge und 8 m Breite oder 2 Schiffe von Finowmaß aufnehmen.

Die untere Netzestrecke bis Zantoch ist durch weiteren Ausbau auf eine Tiefe von etwa 1,2 m bei gemitteltem Niederwasser gebracht worden, während in der oberhalb gelegenen, etwas tieferen stillen Netze seit 1888 eine Reihe von Durchstichen zur Ausführung kam. Die Strecke vom Bromberger Kanal bis zur Dragemündung wurde infolge der Durchstiche um rund 30 km verkürzt, wodurch die Schiffahrt viel gewonnen hat.

In das Wasserstraßengesetz von 1905 ist auch die Verbesserung der Oder-Weichsel-Wasserstraße aufgenommen worden, die durchweg für den Verkehr von 400 t-Schiffen (55 m lang und 8 m breit) ausgebaut werden soll. Der Ausbau der unteren »freien« Netze soll in bisher geübter Weise fortgeführt werden, während die »lebhafte« Netze durch Einschiebung von etwa 4 neuen Staustufen für die Schiffahrt vollständig aufgestaut werden wird. In der

»stillen« Netze sollen neben anderen Verbesserungen die beiden bestehenden Staustufen bei Bielawy und Gromaden (S. 45) für die größeren Schiffsabmessungen umgebaut und außerdem unterhalb Gromaden eine neue Staustufe errichtet werden.

Der Bromberger Kanal erfährt jetzt einen vollständigen Umbau. Er wird durchweg eine Mindesttiefe von 2 m erhalten und eine Breite, die für den Verkehr mit 8 m breiten Schiffen ausreicht. Die Scheitelhaltung soll gesenkt und eine Erneuerung aller 9 Schleusen für die größeren Schiffsabmessungen vorgenommen werden. Bei der Aufstellung des endgültigen Entwurfs für den Umbau der Brahetreppe in Bromberg hat es sich als zweckmäßiger herausgestellt, den alten Kanal, abwärts von der Schleuse VI an, ganz zu verlassen und auf der Nordseite in einer neu zu bauenden Linie mit nur 2 Schleusen von je 7,6 m Gefälle nach der Oberbrahe hinabzusteigen, die durch eine neu zu erbauende Stadtschleuse (S. 45) mit der Unterbrahe in Verbindung gesetzt wird. (Der Aufstau der Oberbrahe erfolgt wie bisher durch die Bromberger Mühlen.) Diese neue Straße wird zwar um 400 m länger als die alte, für den Schiffahrtverkehr aber wegen der Verminderung um 3 Schleusen günstiger werden. Alle neuen Schleusen werden 57 m lang und 9,6 m breit gemacht.

Die Brahe. Nur die Unterbrahe von der Weichsel bis Bromberg hat für die Schiffahrt Bedeutung (S. 137). Um eine Fahrwassertiefe von 1,4 m zu erzielen, hatte man den Strom mit Buhnen auf 26,5 m Breite eingeschränkt; aber in trockenen Sommermonaten war die Mindesttiefe oft nur 0,8 m. Um eine Verbesserung des Fahrwassers und gleichzeitig einen Schutz für das von der Weichsel in die Brahemündung eingebrachte Floßholz zu erreichen, wurde 1874 ein Entwurf zum künstlichen Aufstau des Flusses mit 2 Nadelwehren bei Brahnau und Karlsdorf und zur Anlage eines großen Holzhafens bei Brahemünde aufgestellt. Zum Bau des letzteren und der damit verbundenen Hafenschleuse (von 60 m Kammerlänge und 9 m Torweite) bildete sich eine Aktiengesellschaft. (Nachdem diese durch die erhobenen Abgaben ihre Baukosten getilgt hatte [1898], gingen Hafen und Schleuse in das Eigentum des Staats über.)

Alle Arbeiten wurden in der Zeit von 1877 bis 1879 fertig gestellt. Bei einer Fahrwasserbreite von 30 m wurde eine Mindesttiefe von 1,8 m erreicht. Die Schleuse Karlsdorf erhielt eine Länge von 56 m und eine Breite von 6,1 m.

Als sich am Anfang dieses Jahrhunderts das Bedürfnis zu einer Erweiterung des Holzhafens und der geschützten Holzlagerplätze herausstellte, wurde in den Jahren 1903 bis 1905 der Stau von Brahnau so weit erhöht, daß der Spiegel der unteren Haltung den der oberen Haltung erreichte und der Stau von Karlsdorf überflüssig wurde. Das Wehr und die Schleuse daselbst wurden daher beseitigt (1910).

Pregel. Die Einschränkungswerke sind in der unteren Strecke zwischen Königsberg und der Deimemündung bei Tapiau (45 km) fortgesetzt worden,

sodaß die Normalbreite bis Zimmau 56,5 m, von da bis zur Deime 47 m beträgt und bei gemitteltem Niedrigwasser eine Mindesttiefe von 1,5 m erreicht worden ist (S. 140). In der Deime sind seit 1882 mehrere Durchstiche ausgeführt worden, sodaß ihre Länge bis zum Kurischen Haffe 37 km bei 1,3 m Tiefe bei gemitteltem Niedrigwasser beträgt. Zwischen Tapiau und der Allemündung bei Wehlau (25 km) ist durch weitere Einschränkung in den achtziger Jahren bei diesem Wasserstande eine Tiefe von etwa 1 m erreicht worden.

Im Oberpregel, zwischen Wehlau und Insterburg (50 km), ist bei Bubainen der dort seit 1721 bestehende Mühlenstau im Jahre 1887 nebst der Schleuse beseitigt worden. Aber die bisher ausgeführten Verbesserungsbauten haben bei niedrigen Wasserständen in dieser Stromstreke nur eine Wassertiefe von 0,6 m schaffen können. Seit 1890 sind mehrere Entwürfe zum künstlichen Aufstau aufgestellt, aber nicht ausgeführt worden. Im Jahre 1911 hat die Staatsregierung von neuem die Frage untersuchen lassen.

3. Die preußischen Kanalbauten. Von allen Kanalentwürfen in Preußen ist die Verbindung des Rheins mit der Elbe von jeher als wichtigste Linie anerkannt worden. Trotz der Verstaatlichung der Eisenbahnen wurde die Ausführung dieses »Mittellandkanals« von der preußischen Staatsregierung unter Bismarcks Führung mit ganzem Ernst erstrebt, als im Jahre 1882 dem Landtage eine Denkschrift über »die geschäftliche Lage der preußischen Kanalprojekte (S. 172)« und gleichzeitig ein Gesetzentwurf »betreffend den Bau eines Schiffahrtkanals von Dortmund über Henrichenburg, Münster, Bewergern, Dörpen nach der unteren Ems« vorgelegt wurde.

Diese Kanallinie lag von Henrichenburg bis Bewergern im Zuge des Mittellandkanals und sollte nach der amtlichen Begründung »zwischen den rheinisch-westfälischen Kohlengebieten und den Nordseehäfen sich dem ursprünglichen Entwurf anfügen, andrerseits mit diesem zusammen ein unentbehrliches Glied des jetzigen und künftigen Netzes der preußischen und deutschen Wasserstraßen bilden.«

Dank der Tätigkeit der Kanalvereine herrschte damals in ganz Deutschland und besonders in Preußen eine dem Bau des Mittellandkanals günstige Stimmung. Wenn trotzdem die preußische Regierung im Landtage keine Vorlage für diesen, sondern nur für einen Teil davon mit der Richtung zu den Nordseehäfen einbrachte, so lag der Grund besonders darin, daß sie den aus den Kreisen der konservativen Partei befürchteten Widerstand gegen den Mittellandkanal mit diesem Kanale zuerst und am leichtesten zu überwinden hoffte. Ob dies Vorgehen zweckmäßig war oder ob die Vorlage des ganzen Mittellandkanals damals erfolgreich gewesen wäre, läßt sich heute schwer beurteilen: Wir begnügen uns mit der Mitteilung der Tatsachen.

Der erwähnte Widerstand hatte seine Ursache in der am Anfang der achtziger Jahre nicht nur in Preußen und Deutschland, sondern gleichzeitig fast in allen europäischen Kulturstaaten entstandenen »Agrarkrisis«, wenn wir

mit diesem Wort die berechtigten und unberechtigten Bestrebungen zur Hebung des landwirtschaftlichen Gewerbes zusammenfassen. Der Ertrag der Landwirtschaft in diesen Staaten und besonders im östlichen Deutschland (wegen der mangelhaften, veralteten Bewirtschaftungsart der großen Landgüter) ging infolge des Wettbewerbs der überseeischen Länder, der durch die großartige Entwicklung der Seeschiffahrt bedeutend erleichtert war, zweifellos zurück. Die davon Betroffenen wollten aber nicht einsehen, daß die Ursache in den veränderten Verhältnissen des Weltmarkts lag, glaubten vielmehr, den Wirkungen durch die Bekämpfung der modernen Verkehrsmittel, so weit sie dem freien Wettbewerb offen standen, entgegenarbeiten zu können: durch Umwälzungen in der Geldwährung, durch Erschwerung des Börsenhandels und vor allen Dingen durch Verhinderung von neuen billigen Verkehrswegen im eigenen Lande, also von Kanälen. Man kam dabei allmählich zu einer gewissen Verbitterung gegen den aufblühenden Handel und das Großgewerbe. Diese Stimmung übertrug sich auf die ganze damals schon im Abgeordnetenhause vorherrschende konservative Partei und zum Teil auch auf das Zentrum, so weit dessen Nebenabsichten es vorteilhaft erscheinen ließen[1]).

Es ist bezeichnend dafür, daß die Kanalvorlage vom 24. März 1882 während der Frühjahrstagung des Landtags gar nicht auf die Tagesordnung gesetzt wurde. Im Dezember legte die Regierung den Entwurf wieder vor und erklärte dabei ausdrücklich, daß dieser Kanal nur als ein vorläufiger Teil des großen Mittellandkanals anzusehen wäre. Es kam im Februar 1883 zur ersten Beratung. Die Konservativen scheuten sich, der von Bismarck geleiteten Regierung offen gegenüber zu treten und überließen den Angriff auf die Vorlage ihren Gesinnungsgenossen vom Zentrum (v. Schorlemer-Alst). Die gegen den Kanal angeführten Gründe waren zum Teil ehrlich gemeint, nämlich, daß man nicht auf Kosten der Allgemeinheit die westfälische Industrie unterstützen wollte, die allein von diesem Kanal Vorteil haben würde, und daß dieser durch die erleichterte Einfuhr von ausländischem Getreide und Holz für die preußische Landwirtschaft nachteilig wäre. Andrerseits wurden Scheingründe vorgebracht und besonders immer wieder betont, daß man eine Schädigung der Staatseisenbahnen befürchtete. Daß dies nur ein Scheingrund war, ergibt sich daraus, daß dieselben Agrarier ohne Bedenken stets für den Bau von sehr wenig einträglichen Nebeneisenbahnen in den östlichen Provinzen gestimmt haben, wenn sie für die Landwirtschaft vorteilhaft waren.

Die zur Prüfung des Gesetzentwurfs gewählte Kommission beschloß, den Kanal abzulehnen und verlangte auf den Antrag v. Schorlemers, daß die Regierung einen neuen Entwurf für den ganzen Mittellandkanal mit einer Abzweigung nach Emden vorlegen sollte[2]). Das Abgeordnetenhaus folgte seiner

1) v. Eynern, 20 Jahre Kanalkämpfe. Berlin 1901.

2) Diesen Antrag v. Schorlemers nannte dessen Parteifreund Windhorst, der aus Rücksicht auf seinen Wahlkreis Meppen für den Kanal war, in recht bezeichnender Weise »eine eingewickelte Dynamitpatrone«.

Kommission nicht, sondern nahm das Gesetz mit 228 gegen 111 Stimmen an. Dagegen stimmten die Konservativen, ein Teil des Zentrums und die Fortschrittspartei mit Ausnahme von Richter.

Zur allgemeinen Verwunderung und wohl nur infolge eines Zufalls wurde das Gesetz im Herrenhause mit 70 gegen 45 Stimmen abgelehnt. Die Mehrheit schloß sich der Ansicht v. Stumms an, der sich grundsätzlich gegen den Bau von Kanälen erklärte. Merkwürdigerweise nahm das Haus aber einen Antrag an, daß die Regierung einen Entwurf für einen großen durchgehenden Kanal vom Osten bis zum Westen des Staats vorlegen sollte.

Die Angelegenheit ruhte bis zum Mai 1886. Da legte die Regierung (v. Maybach) das Gesetz von neuem vor und außerdem, um gleichzeitig etwas für Schlesien zu tun, den Entwurf zum Ausbau der Spree-Oder-Wasserstraße (des sogenannten Oder-Spree-Kanals, S. 204). Sie erklärte ferner, in nächster Zeit auch ein Gesetz, betreffend die Kanalisierung der oberen Oder, vorlegen zu wollen. Aus den Verhandlungen war namentlich die Erklärung des Führers der konservativen Partei, v. Rauchhaupt, bemerkenswert, daß seine Partei einmütig für den Oder-Spree-Kanal stimmen werde, über den Dortmund-Ems-Kanal geteilter Meinung wäre, aber unter allen Umständen gegen den Mittellandkanal stimmen würde, weil dieser die Staatseisenbahnen schädigen könnte.

Das Gesetz für den Bau der beiden ersten Wasserstraßen wurde darauf vom Landtage angenommen. Gleichzeitig wurde die Regierung ersucht, den Entwurf für den ganzen Mittellandkanal und für die Kanalisierung der oberen Oder vorzulegen.

Zur Erschwerung des Dortmund-Ems-Kanals war schon im Jahre 1883 der Zentrumsantrag angenommen worden, daß mit dem Bau erst begonnen werden dürfte, wenn von den Beteiligten der erforderliche Grund und Boden mit allen Nebenkosten dem Staate zur Verfügung gestellt sein würde. Diese Forderung wurde zum ersten Male gestellt und ist später allgemein üblich geworden, wenngleich sie von verschiedenen Seiten, besonders von der nationalliberalen Partei, als unberechtigt bekämpft worden ist. Im vorliegenden Falle wurde die Forderung zunächst von den Beteiligten, besonders von den Provinzialverbänden Westfalen und Hannover abgelehnt, weil sie den Umfang der Kosten nicht übersehen könnten. Die Regierung brachte daher im Jahre 1888 gleichzeitig mit der Vorlage zur Kanalisierung der oberen Oder (S. 190) ein Gesetz ein über die Bewilligung eines Zuschusses zu den Grunderwerbskosten des Dortmund-Ems-Kanals. Beide Gesetze wurden, trotz der von einzelnen Konservativen gemachten Schwierigkeiten, zusammen verabschiedet und im Jahre 1890 konnte mit dem Bau des Dortmund-Ems-Kanals begonnen werden. Die Bauarbeiten dauerten bis 1899.

Vom Hafen Dortmund erreicht der Kanal nach 15 km das Schiffhebewerk bei Henrichenburg und fällt hier 14 m hinunter. Nach Vereinigung mit dem von Herne kommenden

11 km langen Zweigkanal reicht diese Kanalhaltung bis zur Schleuse Münster (56 km), wo mit einem Fall von 6,2 m die zweite lange Haltung von 37 km folgt. An ihrem Ende beginnt der Abstieg zur Ems, die durch 7 Schleusenstufen mit einem Gesamtgefälle von 28,7 m in einer Entfernung von rund 30 km bei Glesen erreicht wird. Unter Benutzung des alten Hanekenkanals (S. 115) ist der neue Kanal als Seitenkanal bis Meppen geführt. In dieser 27 km langen Strecke (von Glesen) fällt der Kanal in 3 Stufen um zusammen 10,7 m. Von Meppen aus folgt die Wasserstraße der Ems, die bis Herbrum (49 km) in 5 Stufen künstlich aufgestaut ist. Hier ist die Grenze von Ebbe und Flut. In dem durch Ausbau verbesserten Emsbette geht die Wasserstraße bis Oldersum (45 km), von wo binnendeichs eine 11 km lange, an beiden Enden mit Schleusen abgeschlossene Kanalstrecke zum Binnenhafen von Emden führt. Die Entfernung von Dortmund bis Emden beträgt rund 270 km.

Die Wasserstraße ist für den Verkehr von 600 t-Schiffen (65 m lang und 8 m breit) mit einem Tiefgang von 1,75 m eingerichtet worden. Der trapezförmige Kanalquerschnitt hat 18 m Sohlenbreite und 2,5 m Wassertiefe. Die Krümmungen haben im allgemeinen einen Halbmesser von mindestens 500 m, ausnahmsweise 350 m und sogar 200 m. Die oberen 8 Schleusen bis zur Ems sind einschiffig, 67 m lang und 8,6 m breit, während die folgenden 9, die aus der Ems gespeist werden, als Schleppzugschleusen mit 165 m langen und 10 m breiten Kammern angeordnet sind, so daß sie einen Schleppzug von einem Schleppdampfer mit 2 Lastschiffen aufnehmen können. Die beiden Schleusen im Kanal von Oldersum sind 100 m lang und 10 m breit, während der Trog im Schiffhebewerk Henrichenburg 70 m lang und 8,8 m breit ist. Die Speisung der oberen Haltungen des Kanals erfolgt durch Dampfpumpwerke aus der Lippe.

Der grundsätzliche Widerstand der konservativen Partei gegen neue Wasserstraßen (wenn sie sich nicht gerade in den östlichen Provinzen befanden) kam auch im Jahre 1894 bei der Vorlage des Elbe-Trave-Kanals im Landtage zur Erscheinung. Die freie Hansestadt Lübeck hatte seit langer Zeit sich von der Notwendigkeit überzeugt, den alten Stecknitzkanal (S. 28) zu einer zeitgemäßen Wasserstraße mit großen Abmessungen umzubauen, wenn ihr Handel und der Verkehr in ihrem Seehafen nicht ganz durch Hamburg unterdrückt werden sollte, zumal dieser Hafen durch den seit 1887 im Bau begriffenen Kaiser-Wilhelm-Kanal voraussichtlich auch den Ostseehandel immer mehr an sich ziehen würde. Seit dem Jahre 1878 waren verschiedene Entwürfe aufgestellt worden, die von Lauenburg an der Elbe im Tal der Delwenau eine Linie durch den Ratzeburger See und die Wackenitz in Aussicht genommen hatten. Diese Kanallinie war aber wegen der Weigerung der mecklenburgischen Regierung, die Speisung der Scheitelstrecke aus dem Schalsee zu gestatten, unausführbar geworden und der Wasserbaudirektor Rehder machte daher (1892) einen neuen Entwurf, der die Richtung der alten Stecknitzfahrt beibehielt. Von der gesamten Länge des neuen Kanals von 67 km sollten etwa 52 km in Preußen liegen und nach dem zwischen beiden Staaten vereinbarten Vertrage von 1893 wollte Lübeck die ganze Bauausführung übernehmen, wenn Preußen einen einmaligen Beitrag von 7,5 Millionen Mark (etwa ein Drittel der Baukosten) leisten würde.

Die Agrarier in Preußen waren damals wegen des vom Reichskanzler v. Caprivi im Jahre 1892 mit Rußland abgeschlossenen Handelsvertrags in besonders schlechter Stimmung und zeigten das bei dieser Gelegenheit wieder im Abgeordnetenhause, indem sie diese Vorlage bekämpften, sich wieder gegen Kanäle überhaupt erklärten und besonders die neue Forderung auf-

stellten, daß neue Kanäle künftig auch das Anlagekapital verzinsen müßten. Das Gesetz wurde aber schließlich in beiden Häusern angenommen.

Der Bau des Kanals wurde 1896 begonnen und 1900 beendet.

Der Kanal steigt von der Trave in Lübeck dem Laufe der Stecknitz folgend (26,4 km) mit 5 Schleusen von zusammen etwa 12 m Gefälle zur rund 30 km langen Scheitelhaltung, die zum Teil im Bette der Delwenau liegt und aus den Möllner Seen gespeist wird. Der 11 km lange Abstieg zur Elbe bei Lauenburg erfolgt durch 2 Schleusen von zusammen etwa 7 m Gefälle bei gewöhnlichem Wasserstande. Die Länge des Kanals zwischen den beiden Endschleusen beträgt 56,6 km. Der Kanalquerschnitt ist vorläufig mit 22 m Sohlbreite und 2 m Mindesttiefe ausgeführt; jedoch hat die Scheitelhaltung schon eine Tiefe von 2,5 m erhalten. Der kleinste Krümmungshalbmesser des Kanals beträgt 600 m. Die Schleusen haben eine Nutzlänge von 80 m, eine Kammerweite (auf 59 m Länge) von 17 m und eine Torweite von 12 m; sie können entweder einen Schleppzug von einem Schleppdampfer mit 2 Kanalschiffen von je 65 m Länge und 8 m Breite oder ein großes Elbschiff von 79.5 m Länge und 11,6 m Breite aufnehmen.

In demselben Jahre 1894 legte die Regierung einen Gesetzentwurf, betreffend die Fortführung des Dortmund-Ems-Kanals von Dortmund bis zum Rhein und die Herstellung eines Zweig- und Seitenkanals an der Lippe, von Datteln bis Hamm, dem Landtage vor. Dieser Kanal sollte eine zweite Abteilung des großen Mittellandkanals darstellen und dem Rhein gewissermaßen eine neue deutsche Mündung durch die Ems bei Emden geben. Bei dem grundsätzlichen Widerstand der Agrarier war es nicht zu verwundern, daß die Vorlage abgelehnt wurde. Die Konservativen erklärten sich offen dagegen unter Wiederanführung der bekannten Gründe und anderer haltloser, selbst technischer Einwendungen. Außer ihnen stimmte auch die Hälfte des Zentrums und die freisinnige Partei dagegen, die letztere, weil sie endlich die Vorlegung des ganzen Mittellandkanals wünschte. Es wurden 152 Stimmen dagegen, 116 dafür abgegeben. Aus den Verhandlungen ist bemerkenswert, daß der Finanzminister Miquel besonders die Befürchtungen hinsichtlich der Schädigung der Staatseisenbahnen zu zerstreuen suchte, und daß die konservative Partei zur weiteren Bedrückung der aufblühenden Binnenschiffahrt damals wohl zum ersten Male die Erhebung von Abgaben auf den natürlichen Wasserstraßen verlangte (S. 195).

Der Widerspruch und der Widerstand der Agrarier gegen die Kanalvorlage wuchs seitdem immer mehr. Mit welcher Rücksichtslosigkeit sie damals vorgingen, beweist z. B. eine von dem Führer des 1893 gegründeten Bundes der Landwirte in Leipzig im Juli 1898 öffentlich abgegebene Erklärung, daß die Ablehnung der Kanalvorlage von 1894 die erste Quittung für die Annahme des russischen Handelsvertrags sei.

Im März 1899 entschloß sich die Regierung endlich, ein Gesetz über die Herstellung des ganzen Mittellandkanals vom Rhein bis zur Elbe dem Landtage vorzulegen. Obwohl Kaiser Wilhelm II. großen Wert auf die Durchbringung des Gesetzes legte und die Vertreter der Regierung, der Reichskanzler Fürst Hohenlohe, die Minister v. Thielen und v. Miquel und der Oberst Budde vom großen Generalstabe sich alle Mühe gaben, wurde die Vorlage

nach langen Kämpfen im Abgeordnetenhause mit 275 gegen 134 Stimmen abgelehnt.

Diese Ablehnung war, wie Richter sagte, eine Kraftprobe der Agrarier oder nach dem Ausspruch v. Eynerns eine Machtprobe der Konservativen gegenüber dem Königtum, um zu beweisen, daß man in Preußen ohne die Konservativen nicht regieren könnte.

Sachlich wurden neue Gründe von Bedeutung nicht dagegen angeführt; aber man verlangte Entschädigungen für andere Landesteile, besonders eine Verbesserung der Oderwasserstraße für Schlesien, den Ausbau der unteren Lippe, einen Küstenkanal nach der unteren Elbe, Verbesserungen an der Weichsel, an der Mosel usw., sogar eine Entschädigung für die sächsischen Braunkohlengruben. Das alles war aber nicht ernst gemeint, ebensowenig wie eine Studienreise der Kommission nach den Baustellen des Dortmund-Ems-Kanals; denn man wollte die Vorlage ablehnen und lehnte sie im August 1899 ab. Die Maßregelung von 20 Abgeordneten, die höhere politische Ämter bekleideten, erwies sich als ein Schlag ins Wasser.

In der Thronrede von 1900 erklärte der König, daß die Regierung an dem Mittellandkanale festhalte und den Entwurf im Verein mit Vorschlägen zu anderen Schiffahrtverbindungen und zur Verbesserung der Vorflut an den natürlichen Wasserstraßen von neuem vorlegen werde.

Bei den Verhandlungen im Abgeordnetenhause gelegentlich einer Anfrage an die Regierung wegen einer neuen Wasserstraße von Berlin nach Stettin zeigte sich mit erschreckender Klarheit, wie die agrarische Mehrheit nur auf den eigenen Vorteil und den ihrer Wahlkreise, namentlich im Osten, bedacht war. Einen solchen Kanal hielten die pommerschen Konservativen nicht für ein »Einfalltor für ausländisches Getreide«, sondern befürworteten ihn. Ebenso wünschten sie die Verbesserung der Oder und der Wasserstraßen zur Weichsel sowie den masurischen Kanal: Für diese Wasserstraßen im Osten erwärmten sie sich und scheuten sich nicht, dabei ausdrücklich zu erklären, daß der Mittellandkanal aufgeschoben werden könnte.

Am 4. Februar 1901 brachte der Reichskanzler v. Bülow die angekündigte große wasserwirtschaftliche Vorlage, die außer dem Mittellandkanal einen neuen Großschiffahrtweg Berlin-Stettin, die Verbesserung der Wasserstraße von der oberen Oder nach Berlin, die Verbesserung der Oder-Weichsel-Wasserstraße und außerdem die Verbesserung der Vorflut an der unteren Oder, an der unteren Havel und an der oberen Spree enthielt. Man sieht: Das Land östlich der Elbe sollte reich bedacht und beglückt werden, um die Zustimmung der Konservativen zum Mittellandkanal zu erhalten. Aber auch das war vergebens; denn diese erklärten von vornherein, daß die Fragen der Vorflut und der Schiffahrt besonders behandelt werden müßten, und daß sie gegen den Mittellandkanal die früheren Bedenken hinsichtlich der Schädigung der Staatseisenbahnen hätten. Es klang fast lächerlich, daß gegenüber den beruhigenden Erklärungen des Finanzministers v. Miquel diese Bedenken von

dem Abgeordneten v. Zedlitz aufrecht erhalten wurden. Die Kommission tagte bis zum Mai in zwanzig Sitzungen; aber es kam zu keiner Einigung. Die Ostelbier wollten nur die für sie vorteilhaften Stücke ans der Vorlage herausnehmen. Im übrigen machten die Konservativen wieder Vorschläge für einen Küstenkanal und für einen Kanal von Ruhrort (oder Wesel) nach der unteren Ems, um dem Rhein eine neue deutsche Mündung zu geben. Das Zentrum verlangte die Kanalisierung von Mosel und Saar. Beide Parteien waren aber in betreff der Ablehnung des Mittellandkanals einig. Unter diesen Umständen schloß die Regierung die Sitzung des Landtags, bevor es in der Kommission zur Abstimmung kam: v. Bülow erklärte, daß die Vorlage ein Ganzes bildete, aus dem wesentliche Bestandteile ohne Beeinträchtigung allgemeiner wirtschaftlicher Interessen nicht ausgeschaltet werden könnten; nach dem Gange der Verhandlungen wäre eine Verständigung ausgeschlossen, mithin auch die Fortsetzung der Beratungen zwecklos.

Angesichts dieser beiden Niederlagen der Regierung fragt man sich, warum damals nicht zu dem Mittel der Landtagauflösung und zur Anordnung neuer Wahlen geschritten wurde, die nach der Stimmung im Volke voraussichtlich zu einer anderen Mehrheit im Abgeordnetenhause geführt haben würden. Die Antwort ist: Gegen die konservative Partei regiert man nicht in Preußen. Es ist erstaunlich, wie man nicht nur in den Kreisen der Agrarier, sondern auch in denen der Regierung sich über die innere tiefere Bedeutung dieser Kanalkämpfe mit der Redewendung hinwegzutäuschen suchte, der Widerstand der Konservativen beträfe nur wirtschaftliche, aber nicht politische Fragen[1]).

Im Jahre 1902 wurden im deutschen Reichstage die für die Landwirtschaft vorteilhaften neuen Zollgesetze beschlossen, und im April 1904 legte die preußische Regierung (Minister Budde) dem Landtage fünf neue, gesonderte, wasserwirtschaftliche Gesetzentwürfe vor. Der erste betraf die Herstellung von Wasserstraßen, während die vier anderen sich auf die Verbesserung der Vorflut an der Oder, Havel und Spree u. dgl. bezogen. Die letzteren wurden zum größeren Teile bereits im Sommer 1904 ohne Bedenken von konservativer Seite angenommen, da sie in der Hauptsache ostelbische Wünsche der Agrarier befriedigten. Glücklicherweise fielen gleichzeitig auch einige Brocken für die Binnenschiffahrt ab. Besonders das mangelhafte Fahrwasser der unteren Havel (S. 202) wurde bei dieser Gelegenheit gründlich verbessert.

1) Die Verbitterung gegen den Mittellandkanal war in den konservativen Kreisen so groß, daß man mangels durchschlagender Gründe für die Ablehnung zu ganz törichten Entschuldigungen griff. Ein bekannter Redner dieser Partei erklärte z. B. dem Verfasser: Der König sei nur darum für den Kanal, um die Binnenschiffahrt zu heben und aus dieser die nötigen Mannschaften für die Kriegsmarine zu gewinnen. Bekanntlich wurde damals von dieser Partei auch die Schaffung der Flotte mit ungünstigen Blicken angesehen.

Eine Schilderung der politischen Vorgänge bei der Vermehrung der preußischen Wasserstraßen in neuester Zeit ist notwendig, um den Unterschied gegen die Politik des großen Königs und des großen Kurfürsten festzustellen.

Über die Einwirkung der betreffenden Gesetze auf die Wasserstraße der unteren Oder (S. 191) und der oberen Spree (S. 205) wurde bereits oben berichtet.

Die Wasserstraßenvorlage unterschied sich von dem Gesetzentwurf des Jahres 1901 besonders dadurch, daß die Kanalisierung der Oder von der Neißemündung bis Breslau (S. 191) hinzugefügt und aus dem Mittellandkanal die Strecke von Hannover bis zur Elbe fortgelassen war. Der Grundgedanke des Rhein-Weser-Elbe-Kanals war aufgegeben; dafür wurde der Bau einer neuen Wasserstraße vom Rhein bis zum Dortmund-Ems-Kanal bei Herne und einer Wasserstraße vom Dortmund-Ems-Kanal bei Bevergern bis nach Hannover beantragt. Ferner waren Ergänzungsbauten am Dortmund-Ems-Kanal, ein Lippe-Seitenkanal (zugleich als Speisekanal) von Hamm nach Datteln, Zweigkanäle nach Osnabrück, Minden und Linden sowie die Kanalisierung der Weser von Minden bis Hameln oder die Herstellung von Staubecken im oberen Wesergebiet vorgesehen.

Trotz der für die Landwirtschaft vorteilhaften Vorflutgesetze, trotz der neuen Wasserstraßen östlich der Elbe und trotz der Verstümmelung des Mittellandkanals fand diese Vorlage noch nicht die Zustimmung der konservativ-klerikalen Landtagsmehrheit. Es wurde vielmehr eine Reihe erschwerender Bedingungen aufgestellt, die sämtlich von der Regierung angenommen werden mußten. Zunächst wurde erstrebt, bei dem Bau des sogenannten Rhein-Weser-Kanals möglichst viele Vorteile für die Landwirtschaft zu erreichen und es wurde verlangt, »daß bei der Aufstellung, Ausarbeitung und Ausführung der Pläne die Organe der landwirtschaftlichen Verwaltung mitzuwirken haben.« Ferner wurde die Schiffbarmachung der Lippe unterhalb des Dortmund-Ems-Kanals von Datteln bis Wesel und oberhalb von Hamm aufwärts bis Lippstadt durch künstlichen Aufstau oder durch Seitenkanäle dem Gesetzentwurf hinzugefügt.

Von besonderer Bedeutung ist der § 18 des Gesetzes: »Auf dem Kanale vom Rhein zur Weser, auf dem Anschluß nach Hannover, auf dem Lippekanal und auf den Zweigkanälen dieser Schiffahrtstraßen ist einheitlicher, staatlicher Schleppbetrieb einzurichten. Privaten ist auf diesen Schiffahrtstraßen die mechanische Schlepperei untersagt. Zum Befahren dieser Schiffahrtstraßen durch Schiffe mit eigener Kraft bedarf es besonderer Genehmigung.« Bei der Einführung dieses »Schleppmonopols« lag nicht allein die Absicht vor, den technischen Betrieb des Kanals zu verbessern; die Landtagsmehrheit sah vielmehr in dieser Einrichtung ein Mittel für den Staat, »seine Eisenbahntarifpolitik auf den Kanal auszudehnen; er kann wirtschaftlichen Verschiebungen durch ausgleichende Tarifgestaltung vorbeugen; er kann bewirken, daß die Vorteile der Transportverbilligung der Allgemeinheit zugute kommen«. Nach der Ansicht dieser Landtagsmehrheit waren die »wirtschaftlichen«, d. h. die agrarischen Zwecke des Schleppmonopols am wichtigsten.

Während diese Bedingungen für die Annahme der Gesetzvorlage wenig-

stens mit dem Bau der fraglichen Wasserstraßen zusammenhingen, wurde die letzte und schwerste ganz gewaltsam damit verbunden. Sie ist in dem § 19 ausgesprochen: »Auf den im Interesse der Schiffahrt regulierten Flüssen sind Schiffahrtabgaben zu erheben« (S. 213). Obwohl diese Bestimmung gegen Artikel 54 der Reichsverfassung verstieß, wurde sie doch von beiden Häusern des Landtags und von der Regierung angenommen.

In ähnlicher Weise wie bei dem Dortmund-Ems-Kanal (S. 211), aber in größerem Umfange, sind bei den Kosten für die Ausführung des Wasserstraßengesetzes die Beteiligten herangezogen worden. Damit ist endgültig der Grundsatz aufgegeben, daß öffentliche Wasserstraßen allein auf Staatskosten gebaut und unterhalten werden. Der Baubeginn ist davon abhängig gemacht worden, daß die betreffenden Provinzen oder andere öffentliche Verbände sich verpflichteten, den durch die Kanalabgaben nicht gedeckten Fehlbetrag der jährlichen Betriebs- und Unterhaltungskosten dem Staate zu erstatten und außerdem einen Baukostenanteil (von $^1/_3$ oder $^1/_2$ der Anschlagsummen) mit 3 v. H. zu verzinsen und mit $^1/_2$ v. H. zu tilgen, falls und soweit die Einnahmen aus den Kanalabgaben nach Deckung der Betriebs- und Unterhaltungskosten dazu nicht ausreichen. Die Vertreter dieser »Garantieverbände« werden als Finanzbeiräte an der Durchführung des Gesetzes beteiligt. Außerdem sind noch besondere »Wasserstraßenbeiräte« eingesetzt worden.

Mit diesen Zusätzen und Abänderungen wurde nach langen Verhandlungen das Wasserstraßengesetz im Frühjahr 1905 verabschiedet.

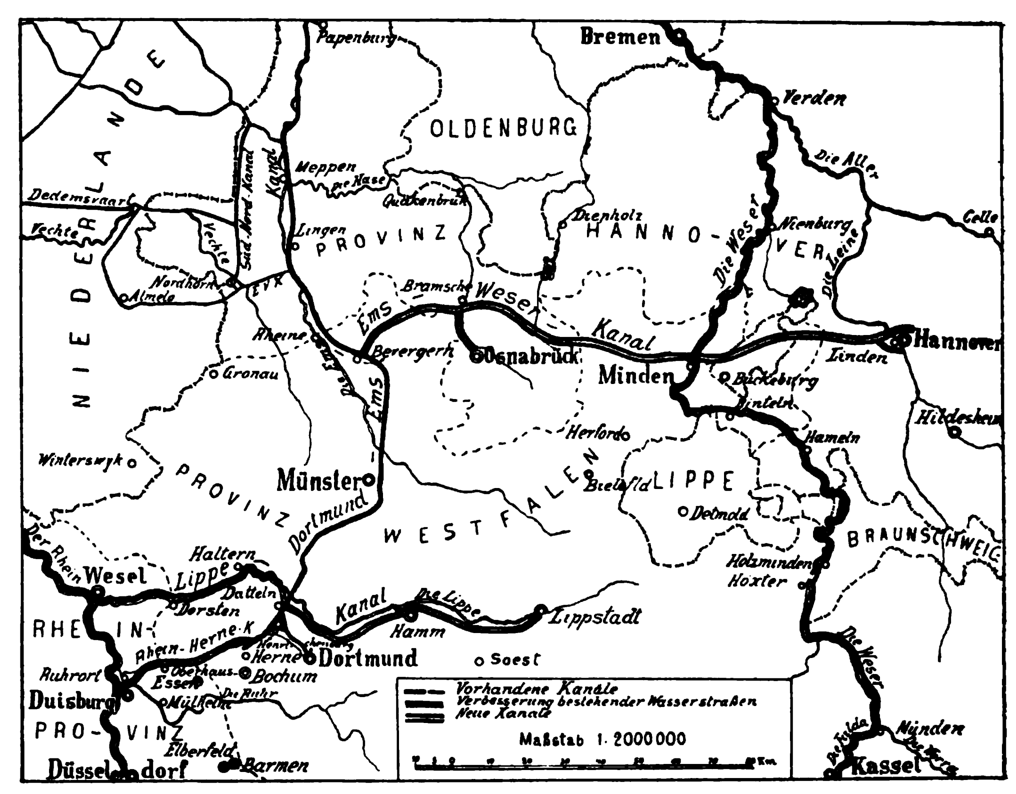
Der Kanal vom Rhein nach Hannover oder, wie er im Gesetz genannt wird, »der Rhein-Weser-Kanal mit Anschlußkanal nach Hannover« besteht aus drei Teilen: der Rhein-Herne-Kanal (38 km), der obere Teil des Dortmund-Ems-Kanals von Herne bis Bevergern (101 km) und der Kanal von Bevergern (oder von der Ems) nach Hannover (173 km). Die ganze Wasserstraße wird 312 km lang werden und ist wie der bestehende Dortmund-Ems-Kanal für den Verkehr von 600 t-Schiffen (65 m lang und 8 m breit) eingerichtet. Der Rhein-Herne-Kanal steigt mit 7 Stufen vom Rhein bei Ruhrort bis Herne und hat ein Gesamtgefälle von 36 m. Der kleinste Krümmungshalbmesser beträgt 700 m. Der Querschnitt ist mit Rücksicht auf Bodensenkungen im Bergwerksgebiete in der Mitte 3,5 m tief, also um 1 m tiefer als bei dem Dortmund-Ems-Kanal; die nutzbare Fahrwasserbreite beträgt bei 2,5 m Tiefe 22,5 m, bei 2 m Tiefe 25,5 m. Es werden Zugschleusen von 165 m Länge und 10 m Breite ausgeführt, deren Tiefe mit Rücksicht auf Bodensenkungen 4 bis 5,5 m beträgt.

In der anschließenden Strecke des bestehenden Dortmund-Ems-Kanals ist bei Münster neben der vorhandenen Schleuse eine zweite Kammer mit denselben Abmessungen (165 m und 10 m) im Herbst 1911 fertig gestellt worden.

Der Kanal von Bevergern bis Hannover hat keine Schleuse, sondern die ganze Länge von Münster bis Hannover ist eine einzige, 209 km lange Haltung. Die Abmessungen des Querschnitts sind etwa die gleichen wie beim Dortmund-Ems-Kanal und bei dem Rhein-Herne-Kanal (3 m Tiefe in der Mitte des muldenförmigen Querschnitts). Der Kanal wird bei Minden über die Weser geführt und dort durch einen nördlich abzweigenden kurzen Seitenkanal und eine Schleuse mit diesem Strome verbunden (S. 184). Auch erfolgt dort die Speisung aus der Weser durch ein Pumpwerk.

In dem Seitenkanal nach Dortmund wird neben dem vorhandenen Schiffhebewerk bei Henrichenburg eine zweite Verbindung zwischen den beiden Haltungen durch einen etwa 1 km langen Kanal und eine Schachtschleuse von 14,5 m Gefälle hergestellt, die eine Länge von 95 m und eine Breite von 10 m erhält. Der Bau soll im Jahre 1912 fertig werden.

In dem alten Kanal von Bevergern nach den Emshäfen wird die bisher nur mit einschiffigen Schleusen ausgerüstete Emstreppe (S. 212) jetzt gleichfalls mit Zugschleusen von 165 m Länge und 10 m Breite versehen, deren Kammern neben den bestehenden angelegt werden. Von Bergeshövede bis Glesen sind jetzt 7 Stufen vorhanden; indem die beiden obersten zusammengezogen werden, hat man künftig nur 6 Stufen, und es werden auch nur 6 neue Zugschleusen gebaut, die Ende 1913 fertig gestellt sein sollen. (Die Kosten für diesen Erweiterungsbau sind nicht in dem Wasserstraßengesetze enthalten.)



Übersichtskarte des Rhein-Hannover-Kanals.

Einen neuen Seitenkanal stellt die Lippe-Wasserstraße dar. Es ist oben (S. 114) mitgeteilt worden, daß der Verkehr auf diesem Fluße in den siebziger Jahren wegen des mangelhaften Fahrwassers fast ganz aufgehört hatte. In neuerer Zeit hat sich aber im Lippegebiet der Kohlenbergbau stark entwickelt, so daß eine leistungsfähige Wasserstraße im Abgeordnetenhause als dringendes Bedürfnis erklärt wurde. Die große Wasserstraße vom Rhein nach Hannover wird bei Datteln (vgl. die Karte) mit der Lippe in Verbindung gebracht werden. Der Lippekanal von Datteln nach Wesel wird etwa 66 km lang werden und bei 40,5 m Gesamtgefälle 10 Staustufen erhalten, die mit Schleppzugschleusen von 165 m Länge und 10 m Breite überwunden werden. Die Wassertiefe wird 2,5 m und der kleinste Krümmungshalbmesser 600 m betragen. Der zur Speisung des Hauptkanals dienende Lippekanal von Datteln bis Hamm von 39,2 km Länge wird bei gleicher Tiefe, aber etwas größerem Querschnitt keine Schleuse erhalten. Der von Hamm aufwärts bis Lippstadt führende, 38 km lange Lippe-Seitenkanal hat ein Gesamtgefälle von 15 m, das in 4 Stufen mit Schleusen von 85 m Länge und 10 m Breite überwunden wird. Diese Wasserstraße wird einschiffig gebaut und bekommt bei 2 m Wassertiefe eine nutzbare Fahrwasserbreite von 12 m, während die größte Tiefe in der Mitte 2,75 m betragen wird.

Auch der **Zweigkanal nach Osnabrück**, der von der Hauptwasserstraße zwischen Bevergern und der Weser bei Bramsche südlich abzweigt, wird nur einschiffig angelegt. Er ist etwa 15 km lang.

Der **Masurische Kanal**, die Verbindung der im 18. Jahrhundert (S. 46) ausgebauten Wasserstraßen zwischen den großen Seen im südöstlichen Teile der Provinz Ostpreußen mit dem Pregel und der Stadt Königsberg war schon im Jahre 1874 von dem preußischen Landtage beschlossen worden. Er kam damals aber nicht zur Ausführung[1]). In den neunziger Jahren wurde dies Unternehmen von agrarischer Seite wieder in Anregung gebracht und 1897 von der Staatsregierung ein Entwurf aufgestellt. Da das Gefälle vom Mauersee bis zum Pregel etwa 116 m beträgt, wollte man dabei große Wasserkräfte gewinnen und für Landwirtschaft und Großgewerbe nutzbar machen. Es war aber schwer, zwischen den Beteiligten, besonders den Landwirten im Pregel- und Deimetal eine Einigung herbeizuführen und der Kanal konnte darum nicht in die große wasserwirtschaftliche Vorlage von 1901 aufgenommen werden. In den Jahren 1906 und 1907 wurde ein neuer Entwurf, in dem von der Nutzbarmachung der Wasserkräfte abgesehen wurde, aufgestellt und dem Landtage vorgelegt. Er wurde im Jahre 1908 von der agrarischen Mehrheit ohne Bedenken angenommen, zumal die Beteiligten nur in geringem Umfange zu den Kosten herangezogen werden sollten. Da auf eine Verzinsung der Baukosten nicht gerechnet werden konnte, wurde von dem Provinzialverband, von der Stadt und der Kaufmannschaft Königsbergs nur die lastenfreie Hergabe des zum Bau erforderlichen Grund und Bodens verlangt. (Das ist etwa der fünfzehnte Teil der gesamten Kosten.)

Die Wasserstraße benutzt vom **Pregel** bei Wehlau zunächst auf 22,5 km die dort mündende **Alle**. Dieser Nebenfluß ist nahe bei seiner Mündung zum Betrieb der Pinnauer Mühle aufgestaut, und zur Überwindung dieses Staues von etwa 3,6 m ist im Jahre 1910 eine neue Schleuse von 55 m Länge und 9,6 m Breite erbaut worden. Die Alle hat bei gemitteltem Niedrigwasser etwa 1,5 m Mindesttiefe.

Bei Dettmitten unterhalb Allenburg verläßt der 50.4 km lange masurische Kanal die Alle und steigt durch 10 Schleusen von 45 m Länge, 7,5 m Breite und 2,5 m Tiefe 112 m hinauf bis zum **Mauersee**. Das Gefälle der einzelnen Staustufen schwankt zwischen 6,5 m und 17,2 m. Der Kanal hat einen kleinsten Krümmungshalbmesser von 400 m und bei 1,5 m Wassertiefe eine nutzbare Fahrwasserbreite von 12,4 m, während die größte Wassertiefe in der Mitte 2 m beträgt.

Im Anschluß an die Ausführung dieses Kanals werden die bestehenden Wasserstraßen zwischen den masurischen Seen verbessert und zur Regelung ihrer Wasserstände einige Staubecken hergestellt werden. Die Arbeiten sind seit 1910 im Gange.

Der Teltowkanal, der im Süden von Berlin die **Havel** bei Potsdam mit der **Wendischen Spree** bei Grünau (gegenüber von Köpenick) verbindet, ist im Gegensatz zu den vorher besprochenen Kanälen nicht vom preußischen Staate, sondern auf alleinige Kosten des Kreises Teltow in den Jahren 1901 bis 1906 gebaut worden. Ein Südkanal um Berlin war bereits in den siebziger Jahren als Ergänzung für den nicht genügend leistungsfähigen Landwehrkanal (S. 132) und den mangelhaften Wasserweg durch Berlin mittels des

1) **Fritz Simon**, Der Masurische Schiffahrtkanal. Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1908, S. 248.

Kupfergrabens wiederholt geplant und untersucht worden; er kam jedoch nicht zur Ausführung, weil er nach Durchführung der Spreewasserstraße durch Berlin (bei der sogenannten Kanalisierung der unteren Spree, S. 204) entbehrlich schien. In den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts nahm der tatkräftige Landrat v. Stubenrauch den Plan wieder auf. Den im Kreise gelegenen aufblühenden Vororten von Berlin (besonders Lichterfelde, Steglitz, Tempelhof) fehlte die erforderliche Vorflut für ihre Entwässerung, da das Flüßchen Beke hierzu nicht genügte. Die aufgestellten Entwürfe ergaben, daß ein Vorflutkanal von der Havel in den nötigen Abmessungen nicht erheblich billiger wäre, als wenn man den Kanal für die Schiffahrt geeignet machen und bis zur Spree führen würde. Außerdem sollte durch einen Schiffahrtkanal die Bebauung dieses Teils des Kreises namentlich durch gewerbliche Anlagen gefördert werden.

Der 37 km lange Kanal hat nur 2 Haltungen, die Havel- und die Spreehaltung, die bei Kl. Machnow durch eine Schleuse von etwa 2,7 m Gefälle verbunden sind. Die Schleuse hat 2 Kammern von 67 m Länge und 10 m Breite. Der Kanal ist für den Verkehr von 600 t-Schiffen (65 m lang und 8 m breit) mit 1,75 m Tauchtiefe eingerichtet. Er hat bei einer nutzbaren Fahrwasserbreite von 20 m eine Mindesttiefe von 2 m bei N.W. Die Krümmungshalbmesser sind im allgemeinen mindestens 1000 m groß, ausnahmsweise 500 m. Vom Hafen Britz führt in nordöstlicher Richtung ein 3,5 km langer Zweigkanal in gleichen Abmessungen nach der Treptower Spree. In der Havelhaltung ist zwischen dem im Zuge des Kanals gelegenen Griebnitzsee und dem Wannsee eine schleusenlose Verbindung, der Prinz-Friedrich-Leopold-Kanal (3,8 km lang) zu gleicher Zeit hergestellt worden.

Von dem vorerwähnten Hafen Britz in der Spreehaltung wird demnächst eine nördliche Kanalabzweigung über Rixdorf nach dem Landwehrkanal ausgeführt werden, die durch eine Schleuse abgeschlossen werden soll. Dieser Bau ist von der Stadt Rixdorf unternommen worden; ein Teil davon ist bereits fertig.

Der Teltowkanal verkürzt den Weg von der unteren Havelwasserstraße zur Spree-Oder-Wasserstraße um 16 km; er wird daher in Zukunft für den Durchgangverkehr von Hamburg nach Schlesien von Bedeutung sein.

Die Einführung der durch das preußische Gesetz von 1905 vorgeschriebenen Schiffahrtabgaben auf den natürlichen Wasserstraßen stieß auf Schwierigkeiten. Man kam zu der Überzeugung, daß dazu eine Abänderung der Verfassung des Deutschen Reichs erforderlich war. Um den dabei sowohl im Bundesrate wie im Reichstage erwarteten Widerstand zu beseitigen, beschloß die Reichsregierung, die durch die Abgaben innerhalb der einzelnen Stromgebiete aufgebrachten Geldsummen zum Ausbau, zur Verbesserung und zur Unterhaltung der natürlichen Wasserstraßen in diesen Gebieten zu verwenden. Nach langen und schwierigen Verhandlungen wurde das Gesetz betreffend den Ausbau der deutschen Wasserstraßen und die Erhebung von Schiffahrtabgaben angenommen und unter dem 24. Dezember 1911 erlassen. Aus den an den Stromgebieten des Rheins, der Weser und der Elbe beteiligten Bundesstaaten werden Strombauverbände gebildet, die durch Verwaltungsausschüsse (aus den Vertretern der Staaten) und durch Strombeiräte (aus den Vertretern von Handel, Gewerbe. Landwirtschaft und Schiffahrt) die Erhebung und Verwendung der Abgaben zu besorgen haben.

Die Geldmittel sollen zunächst für folgende Arbeiten verwendet werden:

Im Rheinverbande zur Herstellung einer Schiffahrtstraße von Konstanz bis Straßburg (S. 180), zur Vertiefung des Rheins von Straßburg bis Sondernheim und von Mannheim bis St. Goar (S. 178), zum Aufstau des Neckars von Heilbronn bis zum Rhein und zum Aufstau des Mains zwischen Aschaffenburg und Offenbach (S. 197).

Im Weserverbande zur Vertiefung der Weser und der unteren Aller.

Im Elbverbande zur Vertiefung der Elbe und zum Ausbau der Saale von Kreypau bis zur Elbe.

Für die Erhebung von Abgaben auf dem Rhein und auf der Elbe ist die Zustimmung von Holland und Österreich erforderlich; beide Staaten haben sich bisher ablehnend verhalten.

4. Vorgänge im Ausland.

Österreich. Seit 1870 ist die Verbesserung und der Ausbau der 350 km langen Donauwasserstraße von Passau bis Theben sehr gefördert worden[1]). (Die Verbesserung der baierischen Donau ist auf S. 198 erwähnt.) In der oberösterreichischen Strecke war der Struden (S. 143) das bedeutendste Schiffahrthindernis, das nach vielen Versuchen und Bemühungen durch die seit 1889 tatkräftig betriebenen Felssprengungen und anderen Arbeiten so weit beseitigt worden ist, daß man diese Stelle jetzt ohne Vorspann selbst beim niedrigsten Wasserstande mit 1,2 m tief gehenden Schiffen durchfahren kann. Die dort geschaffene Fahrrinne ist 80 m breit. Im übrigen wurde der Strom zunächst für Mittelwasser mit verhältnismäßig hohen Längsdämmen ausgebaut, die gleichzeitig zum Teil als Leinpfad dienen. Es wurde dabei die Strombreite an einzelnen Strecken (z. B. bei Linz) auf 250 m eingeschränkt. Etwa im Jahre 1890 erkannte man, daß diese Art des Ausbaues für die Schiffahrt nicht die nötige Tiefe bei N.W. hervorbrachte, weil sich der Strom in dem zu breiten Bette schlängelte und den Talweg oft veränderte. Man begann damals mit der »Regulierung für Niederwasser«, indem man (seit 1898) als Ziel eine Mindesttiefe von 2,1 m bei N.W. erstrebte, um mit Schiffen von 1,8 m Tauchtiefe verkehren zu können. Diese Arbeiten, die auf die Herstellung eines etwa 200 m breiten Niedrigwasserbettes an den schlechten Stellen ausgehen, haben eine beträchtliche Vertiefung des Stromes herbeigeführt und sind noch im Gange. Die früher und noch heute sehr seichte Stromstrecke im Aschacher und Brandstätter Kachlet ist durch Einschränkung bis auf 150 m in den Jahren 1900 bis 1910 mit gutem Erfolg verbessert worden.

In Niederösterreich erkannte man bald nach der Ausführung des großen Durchstichs bei Wien (S. 144), daß die dadurch gewonnenen Vorteile nur erhalten und von der Schiffahrt ausgenutzt werden könnten, wenn der

---

1) Die Donau in Oberösterreich, vom k. k. technischen Departement der oberöster. Statthalterei in Linz (Oberbaurat Ritter von Mathes). Verbandschrift 1909. Groß-Lichterfelde, A. Troschel.

Die Regulierung der Donau in Niederösterreich. Monographie, verfaßt von der Strombaudirektion der n.-ö. Donauregulierungskommission zum VIII. Verbandstage in Linz, 1909.

Strom auch ober- und unterhalb der Stadt ausgebaut würde. Von der »Niederösterreichischen Donauregulierungs-Kommission« wurde 1882 ein Entwurf für die Verbesserung der ganzen Stromstrecke aufgestellt, der in 20 Jahren auf gemeinsame Kosten des Staats, des Kronlands und der Stadt Wien ausgeführt werden sollte. Ähnlich wie in Oberösterreich sollte der Strom für Mittelwasser durch Einschränkung auf 300 m oberhalb und auf 380 m unterhalb Wien ausgebaut werden. Dazu wurden gleichfalls Längsdämme ausgeführt, deren Kronen etwa 2,5 m über Mittelwasser lagen. Wenn auch durch diese Bauten eine Vertiefung einiger seichten Stellen von etwa 1 m auf 1,3 m bei N.W. erreicht wurde, so erkannte man doch im Jahre 1898, daß man eine Niedrigwasserregulierung nach anderen Grundsätzen durchführen müßte. Zunächst trat dies Bedürfnis für den Wiener Durchstich ein. Dort lagerten sich wegen zu großer Breite an beiden Ufern Kiesbänke ab, der Talweg schlängelte sich von einem zum anderen Ufer, die Wassertiefe auf den Übergängen wurde ungenügend und das rechte Stromufer vor Wien konnte nicht als Lösch- und Ladestelle benutzt werden. (Diese Ereignisse hatte schon 1867 Gotthilf Hagen vorhergesagt.)

Nach dem Entwurf des Strombaudirektors von Weber wurde der Durchstich mittels niedriger Buhnen mit gutem Erfolge in den Jahren 1898 und 1899 ausgebaut und diese Bauweise auch in den anschließenden Stromstrecken angewendet. Im Jahre 1901 stellte der Oberingenieur Girardon aus Lyon für den weiteren Ausbau ein Gutachten auf, nach dem 1903 ein neues Bauprogramm ausgearbeitet wurde. Die seitdem bei dem Ausbau der einzelnen schlechten Stellen damit erreichten Erfolge sind gut gewesen und lassen bei der Fortführung der Arbeiten eine dauernde Verbesserung und Vertiefung des Stromes erwarten. Die ganze österreichische Stromstrecke hat zurzeit bei gemitteltem Niedrigwasser eine Mindesttiefe von etwa 1,4 m.

Durch das Gesetz von 1892, betreffend die Wiener Verkehrsanlagen, wurde auch der Wiener Donaukanal berührt. Er sollte einen noch besseren Schutz gegen Hochwasser erhalten, zu einer stets benutzbaren Schiffahrtstraße und gleichzeitig zu einem Handels- und Schutzhafen ausgebaut werden. Seit dem Jahre 1904 sind die Arbeiten im Gange. Bei Nußdorf wurde 100 m unterhalb des älteren Sperrschiffs (S. 144) ein neues Wehr errichtet und daneben in einem neuen Verbindungskanale eine Kammerschleuse von 85 m Länge und 15 m Weite angelegt (1898 beendet). Im unteren Laufe soll der Kanal in 3 Stufen aufgestaut werden. Die oberste (Kaiserbadstufe) wurde im Jahre 1908 fertig, während die beiden unteren noch im Bau begriffen sind. Die Schleusen erhalten die gleichen Abmessungen wie bei Nußdorf.

Die zweite große Schiffahrtstraße Österreichs ist die Elbe, über deren Verbesserung einschließlich der Moldau bis hinauf nach Prag schon früher (S. 188) berichtet worden ist.

Die Bestrebungen, die Donau mit der Elbe und mit der Oder durch

Kanäle zu verbinden, sind sehr alt (S. 36 und S. 40). Sie wurden besonders seit dem zweiten internationalen Binnenschiffahrtkongreß in Wien (1886) durch Vereine und Parlamentarier kräftig gefördert und führten bei einer glücklichen Wendung der hin und herschwankenden Parteikämpfe im Reichsrat im Juni 1901 zu der unverhofften Annahme eines umfangreichen Wasserstraßengesetzes[1]). Vielleicht war sie nur ein Ausgleich für die Bewilligung der Eisenbahnen durch die Tauern und durch die Karawanken, um den Seehafen Triest zu heben: Aber die Eisenbahnen sind längst im Betriebe und mit dem Bau der großen Kanäle ist noch immer nicht ernstlich begonnen worden. In dem Gesetze waren die folgenden Wasserstraßen vorgesehen, die etwa die daneben angegebene Länge haben würden:

1. Donau-Oder-Kanal von Wien über Prerau nach Oderberg mit 16 Schleusen im Aufstieg von der Donau (160 m über dem Meer) zu der 275 m über dem Meere liegenden Scheitelhaltung und 13 Schleusen im Abstieg zur Oder (203,3 m über dem Meer) . . . . . 268 km.

2. Oder-Weichsel-Kanal in Oderberg anschließend bis Krakau mit 8 Schleusen im Aufstieg zur Scheitelhaltung (267,7 m) und 11 Schleusen im Abstieg zur Weichsel (199,4 m) . . . . . 132 km.

3. Weichsel-Dniester-Kanal von der Weichsel unterhalb Krakau über Mielec durch Galizien bis zum Dniester etwa bei Zalesic, ohne den Anschlußkanal für Lemberg ungefähr . . . . . 350 km.

4. Donau-Moldau-Kanal von Wien (Korneuburg) nach Budweis (384 m Meereshöhe). Nach den bisher aufgestellten Entwürfen würde der Aufstieg von der Donau zur Scheitelhaltung (etwa 530 m Meereshöhe) 38 Schleusen und der Abstieg 15 Schleusen erfordern. Die Länge ist ungefähr . . . . . 205 km.

6. Kanalisierung der Moldau von Budweis bis Prag. Das Gefälle von 200 m würde durch 34 Staustufen überwunden werden . . . . . 179 km.

7. Kanalisierung der Mittelelbe von Melnik aufwärts bis Josefstadt und Jaromer. Dies Werk ist besonders zu Landeskulturzwecken erforderlich. Das 96 m betragende Gefälle soll mit 29 Staustufen überwunden werden. Der Flußlauf wird verkürzt von 223 km auf . . . . . 180 km.

8. Oder-Elbe-Kanal, als Verbindung zwischen den unter 1. und 7. aufgeführten Wasserstraßen, zwischen Prerau und Pardubitz an der Mittelelbe. Es wird ein Höhenunterschied von etwa 200 m zu überwinden sein. Die Länge des Kanals würde betragen . . . . . 196 km.

Zusammen 1510 km.

Zu diesen Wasserstraßen sind die Entwürfe zum Teil (für 1., 2. und 7.) fertig gestellt. Die Abmessungen sind für den Verkehr von 600 t-Schiffen eingerichtet, zumal die auf der Donau als besonders wirtschaftlich geltenden Lastschiffe von 67 m Länge (einschließlich des Steuerruders) und 8,2 m Breite bei 1,8 m Tauchtiefe etwa eine solche Tragfähigkeit haben. Für die Kanäle ist eine Wassertiefe von 3 m und ein kleinster Krümmungshalbmesser von 500 m vorgesehen, während die Schleusen 67 m lang, 9,6 m breit und 3 m tief entworfen sind. Bei der künstlich aufgestauten Mittelelbe ist eine Mindesttiefe von 2,1 m vorgeschrieben und an jedem Stau wird zunächst eine Kammerschleuse von 73 m Länge und 11 m Breite erbaut; doch ist die spätere Anlage von daneben liegenden Zugschleusen mit 146 m Länge und 22 m Breite vorgesehen.

---

1) Monographie über die nach dem Gesetze von 1901 projektierten und teilweise in Ausführung begriffenen österreichischen Wasserstraßen. Wien 1910. Von der k. k. Direktion für den Bau der Wasserstraßen.

Suppan, Wasserstraßen und Binnenschiffahrt. Berlin-Grunewald 1902, A. Troschel.

Für den Bau des Donau-Oder-Kanals und des Oder-Weichsel-Kanals einschließlich des künstlichen Aufstaus der Weichsel bei Krakau sind alle Vorbereitungen fertig. Ende Dezember 1911 wurde zu einer 74 km langen Strecke des letzteren Kanals, von der schlesischen Grenze bis Krakau, der erste Spatenstich getan. Sie soll bis 1920 fertiggestellt sein und wird das westgalizische Kohlengebiet mit Krakau verbinden.

Inzwischen ist seit 1907 auch mit der Kanalisierung der Mittelelbe begonnen worden, wo außer anderen Arbeiten der Bau der beiden untersten Staustufen bei Melnik im Gange ist. Mit den Arbeiten zur Kanalisierung der oberen Moldau bis Budweis ist insofern der Anfang gemacht worden, als innerhalb der Stadt Prag der Strom schiffbar gemacht (S. 188) und für die oberhalb anschließende 28 km lange Strecke bis Stechowitz in den Jahren 1907 und 1908 ein endgültiger Entwurf aufgestellt worden ist. Außer dem vorhandenen festen (Schitkauer) Wehr in Prag sollen noch 3 Staustufen eingerichtet und mit Schleusen von gleichen Abmessungen versehen werden, wie sie unterhalb Prags erbaut sind. Die Mindesttiefe des Fahrwassers soll ebenfalls 2,1 m betragen.

Ungarn. Im Jahre 1882 begann die ungarische Regierung zum Ausbau der rund 970 km langen Donauwasserstraße Entwürfe aufzustellen und auszuführen. Namentlich die stark verwilderte Strecke von Preßburg bis Gönyö (S. 144) ist mit sehr gutem Erfolge verbessert worden, wobei eine große Zahl von Durchstichen ausgeführt wurde. Die Normalbreite nimmt von 300 m (an der oberen Grenze bei Theben [Dévény]) bis auf 420 m bei Gönyö zu. Auch auf den unteren Strecken, besonders bei Budapest, sind große Verbesserungen gemacht worden, sodaß sich jetzt fast überall selbst bei Niedrigwasser eine Wassertiefe von etwa 2 m findet.

Die bedeutendste Leistung war die in den Jahren 1890 bis 1898 vollendete Schiffbarmachung des eisernen Tors und der oberhalb gelegenen Stromschnellen. Diese Arbeit war in dem Berliner Friedenskongreß von 1878 an Österreich-Ungarn übertragen und 1880 wurde zwischen Österreich und Ungarn vereinbart, daß der letztere Staat die Ausführung übernehmen und dafür später Schiffahrtabgaben erheben sollte. Die sogenannten Katarakte liegen im allgemeinen in der Stromstrecke zwischen Alt-Moldova und der Grenzstadt Orsova; das eiserne Tor selbst liegt 10 km unterhalb der ungarischen Grenze in der rumänisch-serbischen Stromstrecke. Der oberste Katarakt ist bei Stenka, 20 km unterhalb Alt-Moldova. Es folgen die Katarakte Kozla-Dojke, Jzlas-Tachtalia, Greben und Jucz (60 km unterhalb Alt-Moldova und 35 km oberhalb Orsova). Zwischen Jucz und Orsova liegt die Stromenge von Kazan, wo die Donau auf 180 m Breite und 50 m Tiefe eingeengt ist. Die Beseitigung der Schiffahrthindernisse in den Katarakten geschah durch Aussprengung von Rinnen und durch Herstellung von anschließenden Leitdämmen in verschiedener Höhenlage. Am eisernen Tor wurde das auf dem linken Ufer sich durch die Felsen windende alte Fahrwasser unberührt ge-

lassen und auf dem rechten Ufer ein 1720 m langer, 73 m in der Sohle breiter Kanal angelegt, der mit hochwasserfreien Dämmen eingefaßt ist. Ober- und unterhalb wurden im Flußbette Zuführungskanäle und Leitwerke hergestellt.

Der Erfolg der Arbeiten war gut: Nach Eröffnung des Eisernen-Tor-Kanals am 10. Oktober 1898 fuhren bei Wasserständen, die in früherer Zeit die Einstellung der Schiffahrt verlangten, viele Schleppdampfer mit je einem beladenen Lastschiffe von 1,6 bis 1,8 m Tauchtiefe unbehindert durch. Für die Kataraktstrecke war eine Mindesttiefe von 2 m beim niedrigsten Wasserstande verlangt und ausgeführt worden, während dem Kanal am Eisernen Tor eine Tiefe von 3 m gegeben wurde. Aber diese Tiefen haben sich nicht in der ganzen Stromstrecke erhalten: Nach Suppan[1]) kann man bei Niedrigwasser oberhalb Orsova nur mit Schiffen von 0,6 m Tauchtiefe und unterhalb mit 1 m Tauchtiefe verkehren; aber dieser niedrigste Wasserstand soll während der Schiffahrtzeit selten eintreten, vielmehr dann in der Regel um 0,5 m höher sein. Unterhalb Turn-Severin ist die Mindesttiefe 2,5 m.

Auch die Theiß ist für die Schiffahrt verbessert worden, und ihre Nebenflüsse Bega und Körös werden zurzeit in ihrem unteren Laufe künstlich aufgestaut.

Neue Kanäle sind in Ungarn seit langer Zeit geplant, aber nicht ausgeführt. In erster Linie handelt es sich um einen Donau-Theiß-Kanal, durch den Budapest zum Mittelpunkt der ungarischen Wasserstraßen gemacht werden soll. (Der alte Franzenskanal [S. 67] entspricht den Ansprüchen nicht.) Der etwa 180 km lange Kanal mit nur 3 bis 4 Haltungen zwischen Budapest und Szegedin würde eine bedeutende Abkürzung des Wasserwegs hervorrufen. Von diesem Kanal ist eine 30 km lange Abzweigung nach Czongrad geplant, welche Stadt oberhalb von Szegedin an der Theiß liegt.

Andere Entwürfe gehen darauf aus, die Donau bei Vukovar mit der Save bei Samacz und außerdem Szegedin mit Temesvar durch Kanäle zu verbinden. Durch den ersteren Kanal würde der Weg nach Fiume um etwa 400 km abgekürzt werden.

Frankreich. Infolge des Frankfurter Friedens (1871) fielen 401 km Kanäle an Deutschland; die neue Grenzlinie durchschnitt den Rhone-Rhein-Kanal, den Marne-Rhein-Kanal und die Mosel und brachte den Saarkohlenkanal ganz in deutschen Besitz. Es schien der französischen Regierung deshalb nötig, die an der neuen Ostgrenze hochentwickelte Industrie von der deutschen Saarkohle unabhängig zu machen und sie einerseits mit den belgischen Kohlenlagern, andererseits mit den französischen im Norden und Süden in Verbindung zu bringen. Zu diesem Zweck sollte die Maas von der belgischen Grenze an kanalisiert und mit dem Marne-Rhein-Kanal, der Mosel und der Saone verbunden werden. Das Gesetz betreffend diesen Ostkanal wurde 1874 erlassen. Die ganze Länge beträgt 432 km. Der nördliche, 272 km lange Teil von der belgischen Grenze bis zum Marne-Rhein-Kanal bei Troussey hat 59 Schleusen, die unterhalb Verdun 5,7 m und oberhalb 5,2 m weit sind. Von Troussey bis Toul wird auf 18 km der Marne-Rhein-Kanal benutzt, von Toul bis Pont-St. Vincent auf 24 km die kanalisierte Mosel. Der ganze südliche Teil des Ostkanals von Toul bis Corre mit 99 Schleusen ist

1) Wasserstraßen und Binnenschiffahrt.

147 km lang; die letzte Strecke liegt in der kanalisierten Saone. 2 Zweigkanäle von zusammen 13 km Länge verbinden den Hauptkanal mit Nancy und mit Epinal. Seit dem Jahre 1892 ist der Kanal im Betrieb.

Für die weiteren Wasserstraßenbauten ist das Freycinetsche Programm maßgebend gewesen, das im Jahre 1879 Gesetz wurde. Es hat drei Ziele: 1. Einheitliche Abmessungen für die Hauptwasserstraßen, 2. die Verstaatlichung der noch nicht im Staatsbesitz stehenden Hauptwasserstraßen und 3. die Herstellung neuer Wasserstraßen. Zum ersten Punkte sei bemerkt, daß infolge ihrer allmählichen Entwicklung die Kanäle sehr verschiedene Abmessungen, namentlich in den Schleusen, hatten und ein durchgehender Verkehr auf große Entfernungen wie bei den Eisenbahnen nicht möglich war. Das Gesetz unterschied zwischen Haupt- und Nebenwasserstraßen, von denen die ersteren auf solche Mindestabmessungen gebracht werden sollten, daß die flämische Penische, das Normalschiff von 300 t Tragfähigkeit mit einer Länge von 38 m, einer Breite von 5 m und einer Tauchtiefe von 1,8 m überall unbehindert verkehren könnte. Die Wasserstraßen sollten mindestens eine Wassertiefe von 2 m, die Schleusen eine Länge von 38,5 m, eine Breite von 5,2 m und die Brücken eine lichte Höhe von 3,7 m über dem Wasserspiegel haben. Die diesen Maßen nicht entsprechenden Wasserstraßen waren also umzuändern. Außer 996 km Flußläufen entsprachen im Jahre 1879 nur 235 km Kanäle diesen Anforderungen. Bis zum Jahre 1896 waren die Arbeiten so weit vorgeschritten, daß bereits 1991 km natürliche und 2213 km künstliche Wasserstraßen die Normalabmessungen und im ganzen 5092 km Wasserstraßen eine Mindesttiefe von 2 m hatten. Dementsprechend hatten in diesem Jahre 62 v. H. aller Binnenschiffe eine Tragfähigkeit von 300 t und die Penische konnte Fahrten bis zu 600 km unternehmen (früher nur im Mittel 110 km) und fast in alle Teile Frankreichs gelangen.

Das zweite Ziel, die Verstaatlichung der Hauptkanäle ist gleichfalls beinahe erreicht. Während im Jahre 1879 nur 3675 km künstlicher Hauptwasserstraßen (von 4780 km Gesamtlänge) dem Staate gehörten, waren am Ende des 19. Jahrhunderts noch 312 km in Privatbesitz. Von diesen haben 191 km größere Bedeutung, nämlich die 120 km langen Pariser Kanäle, die eine ewige Genehmigung erhalten haben, und der 71 km lange Sambre-Oise-Kanal, dessen Genehmigung im Jahre 1937 abläuft.

Anders steht es mit seinem dritten Teile, dem beschlossenen Neubau von zehn Wasserstraßen mit einer Gesamtlänge von etwa 2400 km. Wenn schon bei der Erreichung der beiden ersten Ziele ein allmähliches Nachlassen des im Jahre 1879 gezeigten Eifers der Regierung und der Abgeordnetenkammer zu bemerken war, so trat dies noch mehr bei der Ausführung der Neubauten zutage. Tatsächlich sind von den geplanten Wasserstraßen bisher nur wenige gebaut worden: Zuerst der Kanal von Tancarville, der 25 km lang und mit 3,6 m Tiefe den Binnenschiffen auf der Seine einen bequemeren Zugang zum Hafen von Havre verschafft und im Jahre 1887

eröffnet wurde. Ferner der Oise-Aisne-Kanal, der 48 km lang mit 13 Schleusen den Verkehr zwischen den Kohlenlagern im Norden und dem Industriebezirk im Osten verbessert. Außerdem wurde der Marne-Saone-Kanal von Vitry-le-François an der Marne über Chaumont nach der Saone bei Heuilley erbaut. Dieser 224 km lange Kanal mit 113 Schleusen verbindet das östliche Industriegebiet mit den Kohlenfeldern von St. Etienne, wohin man früher nur auf dem großen Umweg über Paris gelangen konnte. Die Wasserstraße ist 1907 fertig geworden.

Für den Bau der übrigen Wasserstraßen des Freycinetschen Programms ist die Lust geschwunden, namentlich weil die günstigen Verhältnisse im französischen Haushalte am Ende der siebziger Jahre sich bald änderten. Man strebte darum nach einer Entlastung des Staats und nach einer Heranziehung der Beteiligten, Handelskammern, Stadtgemeinden u. dgl., zu den Kosten. Dies geschah in großem Umfange bei den Seehäfen und Seewasserstraßen, sowie zum Teil bei größeren Stromverbesserungen.

Der von Freycinet geplante und auch später immer wieder angeregte Nordkanal, der etwa in der Richtung von Compiègne nach Douai eine zweite Verbindung zwischen Paris und den Kohlenfeldern von Valenciennes und Mons herstellen sollte, kam bisher nicht zur Ausführung, weil es nicht gelang, die Beteiligten zu den Kosten heranzuziehen. Unterdessen bemühte sich die Regierung, die Leistungsfähigkeit der alten Wasserstraße (Kanal von St. Quentin usw.) durch Verdoppelung der Schleusenkammern und durch andere Verbesserungen zu erhöhen. Diese Arbeiten kamen etwa im Jahre 1907 zum Abschluß.

Im Jahre 1903 wurde ein vom Minister Baudin vorgelegtes Gesetz angenommen, nach dem zu neuen Kanälen von den Beteiligten mindestens die Hälfte der Kosten aufgebracht werden sollte, wofür ihnen der Staat auf eine gewisse Zeit die Erhebung von Abgaben und das Schleppmonopol zugestehen könnte. Dabei war zunächst der Nordkanal, ein Kanal von Marseille zur Rhone und die Verbesserung des bestehenden Kanals von Cette zur Rhone in Aussicht genommen. Für die beiden letzten Kanäle sind die Vorbedingungen erfüllt und der Bau des Kanals nach Marseille ist seit 1908 im Gange. Er tritt zum Teil an die Stelle des alten Kanals von Arles nach Bouc und wird für den Verkehr der größten Güterdampfer der Rhone eingerichtet. (Der einschiffige Tunnel bekommt z. B. eine Weite von 22,5 m.)

Für die Bauten, deren Kosten zum Teil von den Beteiligten getragen wurden, hat man (1902) Wasserstraßenbeiräte (comités consultatifs de la navigation) wie in Preußen eingesetzt.

Die Verbesserung der natürlichen Wasserstraßen hatte schon vor 1870 begonnen (S. 148), indem namentlich der künstliche Aufstau mehrerer Ströme ausgeführt worden war. Bei der unteren Seine war man mit dem Erfolg der von 1837 bis 1868 ausgeführten Arbeiten nicht zufrieden, und durch Gesetz von 1878 wurde ein neuer Aufstau angeordnet, der eine Mindesttiefe von 3,2 m bis Paris ergeben sollte.

Unterhalb der Brücke de la Tournelle in Paris sind 9 Staustufen angeordnet und bei jeder zwei Schleusenkammern erbaut, von denen die eine 151,7 m lang, 17 m breit und in den Toren 11,8 m weit und die andere 53,7 m lang und 8 m breit ist. Bei Bougival ist die große Schleusenkammer sogar 230,7 m lang. Dazu treten die älteren Schleusenkammern von je 112,6 m Länge und 11,6 m Breite, so daß an jeder Staustufe 3 Kammern vorhanden sind. Die Bauten waren im Jahre 1886 fertig. Das gesamte Gefälle bis Rouen beträgt rund 26 m.

Im Jahre 1879 wurde mit dem künstlichen Aufstau der Saone von Lyon aufwärts bis Corre begonnen. Die Strecke ist 374 km lang und hat 30 Staustufen. Die Schleusen sind in der obersten Strecke 38,5 m lang und 5,2 m breit, in der Strecke von Gray bis Chalons 39,5 m lang und 8 m breit und unterhalb 150,4 m lang und 16 m breit. Die Mindesttiefe ist 2 m. Die Bauten waren am Ende der achtziger Jahre beendigt.

Die früheren Arbeiten zum Ausbau der Rhone hatten keinen Erfolg gebracht und es wurde 1878 ein neuer Entwurf beschlossen, der seitdem zur Ausführung gekommen ist und eine bedeutende Verbesserung des Fahrwassers herbeigeführt hat[1]). Im Jahre 1893 war bereits eine Mindesttiefe von 1,6 m an 342 Tagen und eine Tiefe von 2 m an 282 Tagen erreicht.

In den letzten Jahren ist auch mit dem Ausbau der Loire der Anfang gemacht worden. Freycinet hatte einen Seitenkanal von Orleans nach Nantes vorgeschlagen; die seit 1896 von der Regierung angeordneten Untersuchungen führten aber zu dem Entschluß, die nötige Tiefe allein durch Ausbau zu erreichen. Zu den Kosten der Arbeiten sind die beteiligten Handelskammern herangezogen worden. Zunächst soll in der unteren, 84 km langen Stromstrecke von Nantes bis Angers eine Mindesttiefe von 1,2 m bei Niedrigwasser erreicht werden.

Belgien. Das Wasserstraßennetz wurde seit 1870 erheblich verbessert und erweitert. Die untere Schelde zwischen Antwerpen und Gent ist seit 1880 mit Erfolg ausgebaut und mittels 13 Durchstichen um 12 km verkürzt worden. Die geringste Wassertiefe bei N. W. beträgt etwa 2 m. Auch die obere Schelde zwischen Gent und der französischen Grenze ist seit 1880 mittels Durchstichen um etwa 25 km (von 113 auf 88 km) verkürzt und in 8 Stufen aufgestaut worden. Die Schleusen sind 46,5 m lang und 6,5 m breit. Die zulässige Tauchtiefe beträgt im Sommer 1,9 m, im Winter 2,1 m.

Der Aufstau der Maas wurde von Namur aufwärts bis zur französischen Grenze bei Givet fortgesetzt (S. 151) und 1880 fertiggestellt. Die 113 km lange Strecke von der Grenze bis Lüttich hat 21 Haltungen und eine Mindesttiefe von 2,1 m. Die älteren Schleusen sind 56,75 m lang und 9 m breit; die neueren oberhalb Namur 100 m lang und 12 m breit. Bei Lüttich (1879) hat die Schleuse zwei Kammern von 12 m Breite, von denen die eine (mit Zwischenhaupt) 168 m und die andere (für Personendampfer) 55 m lang ist. In der Sambre, dem Nebenflusse der Maas, wurden seit 1879 (in Übereinstimmung mit den französischen Umänderungen nach Freycinet) 9 Schleusen unterhalb der Grenze bis Landelies auf 40,8 m verlängert. Dies Maß für die Länge und 5,2 m für die Breite ist allgemein für die neuen belgischen Kanäle eingeführt worden,

1) Girardon, Flußregulierung bei niedrigem Wasserstande. Bericht zum 6. internationalen Binnenschiff.-Kongreß im Haag, 1894.

die außerdem 10,5 m Sohlenbreite, 2,4 m Wassertiefe, 5 m Leinpfadbreite und an den Brücken mindestens 6 m lichte Weite und 4 m lichte Höhe erhalten.

Außer den (S. 6) erwähnten Seekanälen (von Brüssel, Gent und Brügge) ist das bedeutendste neuere Kanalunternehmen der Canal du centre, der den Kanal von Condé nach Mons (S. 70) mit dem Kanal von Charleroi nach Brüssel verbindet und für die Ausbeutung der belgischen Kohlenfelder von großem Werte ist. Die Schwierigkeit des nur 21 km langen Kanals von Mons bis Houdeng liegt in der großen zu überwindenden Höhe von rund 90 m. Die untere 13 km lange Strecke steigt von Mons mittels 6 Schleusen 23,3 m hinauf und ist seit längerer Zeit fertiggestellt. Die übrigen 66,7 m sollen durch 4 Hebewerke überwunden werden. Das eine davon bei La Louvière ist seit dem Jahre 1888 im Betriebe und überwindet eine Höhe von 15,4 m. Die Arbeiten dauern noch fort, ebenso die zur Erweiterung des Kanals von Charleroi nach Brüssel. Am Rupel und an der Lys (bei Courtrai) sind Verbesserungen im Gange, auch an den Kanälen zwischen Gent und Brügge (seit 1904) sowie zwischen Lüttich und Antwerpen (über Maastricht, seit 1908), die für große Rheinschiffe von 100 m Länge, 12 m Breite und 2,5 m Tiefgang zugänglich gemacht werden sollen. Abgesehen von diesen beiden Linien strebt man darnach, die Wasserstraßen im unteren Belgien für Schiffe von 600 t und im oberen Belgien für solche von 350 bis 400 t fahrbar zu machen.

Holland. Von den vielen dort ausgeführten Arbeiten zur Verbesserung der Binnenwasserstraßen ist besonders der Merwedekanal zu nennen, der Amsterdam mit der Waal bei Gorinchem verbindet. Vor dem Jahre 1825 ging die Fahrt von Amsterdam über die Zuidersee durch die Vechte und durch den Vaartschen Rhin über Utrecht zum Leck (Keulsche Vaart = Kölnische Fahrt); dann verlängerte man die Wasserstraße (Zederikkanal) bis zur Waal, so daß Schiffe von 7,5 m Breite und 2,1 m Tiefgang dort verkehren konnten. Diese Abmessungen genügten gegenüber der schnell zunehmenden Größe der Rheinschiffe im Laufe der Jahre nicht mehr und außerdem war das Fahrwasser sehr gekrümmt und enge. Im Wettbewerb mit Rotterdam und Antwerpen um den Rheinverkehr war deshalb eine neue bequeme Wasserstraße von großen Abmessungen dringend für Amsterdam erforderlich.

Der Kanal wurde 1881 begonnen, 1892 bis zum Leck und 1893 bis zur Waal eröffnet. Er ist rund 70 km lang und hat je zwei Haltungen nördlich und südlich vom Leck, zusammen 6 Schleusen. Die Sohlenbreite beträgt 20 m, die Wassertiefe 3,1 m. Der kleinste Krümmungshalbmesser ist 500 m, ausnahmsweise 350 m. Die Schleusenkammern sind 120 m lang, 25 m breit und in den Toren 12 m weit. In Amsterdam sind doppelte Kammern von je 14 m Torweite angeordnet.

Über die Arbeiten an der Waal und am Leck war schon beim Rhein gesprochen worden (S. 176). Die Wasserstraße der Maas ist innerhalb Hollands durch die in den Jahren 1883 bis 1910 ausgeführte »Trennung der Maas von der Waal« verändert worden. Beide Ströme vereinigten sich früher bei Woudrichem (3 km oberhalb Gorinchem), von wo an die vereinigte Wasserstraße gewöhnlich Merwede genannt wird. Schon etwa 30 km oberhalb dieser

Vereinigung liegen beide Ströme bei St. Andries sehr nahe beieinander und sind für den Schiffahrtverkehr 1856 durch einen kurzen Kanal mit Schleuse verbunden worden, so daß die Maas von da bis zur Einmündung des Kanals von Maastricht nach Herzogenbusch (S. 151) und weiterhin bis Woudrichem von der Schiffahrt benutzt wird. Durch die vorerwähnten Arbeiten wurde der Maas durch Grabung eines neuen Laufes ein besonderer Abfluß zum Meer (durch den Amer und das Holländische Diep) gegeben, während sie 4 km oberhalb Woudrichem durch das Wehr bei Andel abgeschlossen wurde, so daß sie nicht mehr in die Waal mündet. Zur Aufrechterhaltung der Schiffahrt wurde neben dem Wehr eine Schleuse von 120 m Länge und 13 m Breite erbaut.

Von den übrigen europäischen Ländern sind in Rußland umfangreiche Arbeiten zur Verbesserung des Wasserstraßennetzes ausgeführt worden, nachdem in der Zeit von 1875 bis 1884 ein besonderer staatlicher Ausschuß mit der Untersuchung aller Wasserstraßen beauftragt worden war. Vor allem ist das Fahrwasser der Wolga durch Ausbau unter starker Verwendung von Baggern vertieft und verbessert worden. Das Kanalnetz war schon früher (S. 75) beschrieben worden. Es sind viele Entwürfe zu neuen Verbindungen zwischen dem Weißen Meer und der Ostsee, zwischen dem Kaspischen Meer und dem Asowschen Meer sowie zwischen der Wolga und deren Nebenfluß Kama mit dem Ob und den anderen sibirischen Strömen aufgestellt worden. Besonders ist die Frage einer großen Wasserstraße zwischen Riga an der Ostsee durch die Düna und den Dniepr nach Cherson am Schwarzen Meer häufig untersucht worden; für die Schiffbarmachung des Dniepr ist 1911 ein Entwurf fertig geworden. Aber die Ausführung dieser Wasserstraßen ist wohl nicht bald zu erwarten und auch an dem Weichsel- und Memelstrom merkt man in der Nähe der deutschen Grenze noch immer nichts von gründlicher Verbesserung.

In Norwegen kann sich die Binnenschiffahrt wegen der vielen Gebirge und des starken Gefälles der Flüsse schwer entwickeln. Eine große Bedeutung hat die Wasserstraße von Skien nach dem Bandaksee in Telemarken.

Skien liegt südwestlich von Christiania am Skienselo, einem Fluße, der von seiner Mündung in den Langesundsfjord an auf 8 km Länge bis zu dieser Stadt schiffbar ist. Von Skien aufwärts ist der Fluß in 6 Stufen bis zum Nordsjoesee künstlich aufgestaut. In diesen See mündet bei Ulefos der 17 km lange Abfluß des 57 m höher gelegenen, 58 km langen Bandaksees, der durch 15 Stufen erstiegen wird. Die ganze Wasserstraße vom westlichen Ende des Sees bei Dalen bis zum Langesundsfjord ist etwa 150 km lang und das ganze Gefälle beträgt 72 m. Die Schleusen sind 37,65 m lang, 6,9 m breit und 2,6 m unter N.W. tief. Die Wasserstraße wurde 1892 eröffnet.

Bei Fredrikshald befindet sich ein älterer kleiner Kanal von 76 km Länge, der zu dem Skulernudrandsee führt und mit 8 Stufen eine Höhe von 25,9 m überwindet. Die Schleusen sind 34,5 m lang, 6,3 m breit und 1,9 m tief.

In Schweden ist man seit 1909 mit dem Umbau des Trollhättakanals (S. 78) und der Ausnutzung der großen Wasserkräfte beschäftigt.

In Italien hat man seit Anfang dieses Jahrhunderts der Binnenschiffahrt

wieder (S. 33) Aufmerksamkeit geschenkt und von Seiten des Staats Ausschüsse eingesetzt, die umfangreiche Entwürfe zu neuen Wasserstraßen aufgestellt haben. Vor allem handelt es sich um eine gute Wasserverbindung für 600 t-Schiffe zwischen Venedig und Mailand. Die Linie soll von Venedig durch die Lagune nach Chioggia, dann unter Benutzung vorhandener Kanäle über Brendolo zum unteren Laufe des Po führen. Dieser wird aufwärts bis zur Einmündung der Adda verfolgt, in der die Straße hinauf bis Pizzighettone geht, von wo über Lodi ein neuer Kanal bis Mailand hergestellt werden soll. Auch einige andere bemerkenswerte Arbeiten sind ausgeführt: z. B. der Tiber ist bis hinauf nach Rom auf 2 m Tiefe gebracht worden, so daß sich in der Stadt bereits ein lebhafter Wasserverkehr entwickelt hat. Ferner sind bei der Gewinnung von Wasserkräften einige Stromstrecken verbessert und kanalisiert worden: So ist z. B. in den Jahren 1899 bis 1901 bei Vizzola ein Seitenkanal des Tessin entstanden.

Auch in England hat man in jüngster Zeit von Staats wegen die Frage untersucht, ob und in welcher Weise die Binnenschiffahrt wieder gehoben werden könnte. Im Jahre 1906 wurde durch Gesetz ein Ausschuß »Royal-Commission on Canals and Waterways« eingesetzt. Dieser sollte den Zustand und die finanzielle Lage der Binnenschiffahrt untersuchen, sowie die Möglichkeit ihrer Verbesserung und der Herstellung eines Netzes von Wasserstraßen zwischen den wichtigsten Handelsplätzen. Außerdem sollte er die Frage prüfen, ob und auf welche Weise neue Kanäle durch öffentliche Verwaltungen erbaut werden sollten.

Vereinigte Staaten von Nordamerika. Von den natürlichen Wasserstraßen ist der Mississippi am wichtigsten. Nach dem Entwurf von 1872 sollte er von der Mündung bis Kairo eine Mindesttiefe von 3 m, von da bis St. Louis eine solche von 2,44 m, bis zum Illinois 1,83 m und bis St. Paul 1,38 m erhalten. Aber diese Tiefen sind bisher auch nicht angenähert erreicht worden. Seit 1905 hörte man mit dem Ausbau auf und führte große Baggerungen aus. Die Nebenflüße wurden zum Teil aufgestaut. Außer dem schon (S. 157) erwähnten Monongahela wurden solche Arbeiten am Ohio, am Illinois, am Fox sowie an kleineren Flüssen in den Staaten Kentucky und West-Virginia ausgeführt. Neue Kanäle mit Schleusen sind nach dem Jahre 1870 nur wenige gebaut worden. Außer einigen kleineren im Staate Tenessee, die in einer Länge von 25 km, 1,8 m Tiefe und mit 11 Schleusen in der Zeit von 1872 bis 1889 hergestellt wurden, ist besonders der Mississippi-Illinois-Kanal zu erwähnen, der den Illinois bei Hennepin mit Rock-Island am Mississippi verbindet[1]. Der in den Jahren 1892 bis 1906 gebaute Kanal ist 120 km lang, 25 m breit, 2,1 m tief und mit 31 Schleusen zum Verkehr von 600 t-Schiffen eingerichtet.

An Stelle des anschließenden älteren Illinois-Michigan-Kanals (S. 157),

1) In der Wasserstraßenkarte (S. 154) noch punktiert dargestellt.

der Lasalle am Illinois mit Chikago verbindet, beabsichtigt man eine neue große Wasserstraße von vorläufig 4,25 m Tiefe von Chikago zum Mississippi herzustellen und dazu als Anfang den großen Entwässerungskanal von Chikago zu benutzen, der 50 km lang mit einer geringsten Sohlenbreite von 50 m und einer Wassertiefe von 7 m in den Jahren 1892 bis 1900 erbaut und vorläufig bei Lockport durch ein Wehr abgeschlossen worden ist.

Von den älteren Kanälen sind die Schicksale des Eriekanals am wichtigsten. Der früher (S. 155) geschilderte Wettbewerb der Eisenbahnen (der häufig durch gewagtes Börsenspiel noch verstärkt wurde) veranlaßte die Regierung des Staates New-York zu fortgesetzten Verbesserungen des Kanals: 1883 wurden 44 Schleusen so verlängert, daß sie 2 Kanalschiffe hintereinander aufnehmen konnten; 1895 begann man den Kanal auf 2,74 m zu vertiefen und die Schleusen für je 2 Schiffe von 370 t Tragfähigkeit umzubauen. Unterdessen war die Frage aufgetaucht, ob es nicht vorteilhafter wäre, von New-York einen Seekanal von 8,5 m Tiefe bis Buffalo zu bauen, so daß die Getreideschiffe von Chikago bis Liverpool ohne Umladung gehen könnten. Auf diese Weise würde man auch den kanadischen Wasserweg übertroffen haben, der seit dem Jahre 1888 für Schiffe von 1500 t Tragfähigkeit fahrbar war.

Die in den Jahren 1895 bis 1897 von der Regierung angeordneten Untersuchungen führten zunächst zu keinem Entschluß und erst im Jahre 1903 wurde ein Gesetz über den Umbau des Kanals erlassen. Im Jahre 1905 begann der Bau. Die Hauptlinie des alten Kanals zwischen Albany am Hudson und dem Niagarafluß bei Buffalo ist im allgemeinen beibehalten. Doch liegt sie zwischen dem Hudson und Utica im Laufe des Mohawkflusses, verläßt am Ende der Scheitelhaltung bei Rome die alte (über Syracuse führende) Linie und geht durch den Oneidasee, um sich hinter der Abzweigung des Oswegokanals bei Clyde wieder mit dieser zu vereinigen. Die Länge dieser Hauptlinie beträgt 550 km. Die Mindestabmessungen des Querschnitts sind 22,8 m Sohlenbreite und 3,65 m Tiefe. Die lichte Höhe unter den Brücken beträgt 4,56 m. Die 53 Schleusen, deren größtes Gefälle 13,85 m (an Stelle von 4 alten) beträgt, haben eine nutzbare Länge von 94 m und eine Breite von 13,7 m. Der Kanal ist für den Verkehr von 1000 t-Schiffen eingerichtet; doch will man die Schleusen so vertiefen, daß künftig auch Schiffe von 2000 t zugelassen werden können. Leinpfade werden nicht angelegt, da der Betrieb künftig durch Schleppdampfer besorgt werden soll.

Im Anschluß an die Hauptlinie wird der Oswegokanal entsprechend umgebaut und der Hudson oberhalb Albany bis Fort Edward am Champlainsee künstlich aufgestaut, um die Verbindung mit dem kanadischen Chamblykanal und dem Lorenzstrom (S. 155) zu verbessern. Auch wird Syracuse durch einen Zweigkanal mit der neuen Hauptlinie verbunden. Die Bauzeit ist auf 7 Jahre bemessen[1]).

1) Zentralblatt der Bauverwaltung 1907, S. 7 u. 508; 1910, S. 242. Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1905, S. 7; 1910, S. 407.

ZWEITER TEIL

Die Fahrzeuge der Binnenschiffahrt.

Abschnitt I.

Allgemeines über Binnenschiffe.

Die verschiedenen Arten. Mit Rücksicht auf die Fortbewegung unterscheidet man Binnenschiffe mit und ohne eigene Triebkraft. Die an Bord befindliche Triebkraft kann von Menschen (seltener von Tieren) oder von Maschinen geleistet werden. Es bleibt zu beachten, ob die Triebkraft das Schiff befähigt, sich auf der Wasserfläche unabhängig von Ufer und Sohle der Wasserstraße zu bewegen oder nicht. Der letztere Fall tritt ein beim Schieben des Schiffes durch Stangen, bei der Warpschiffahrt (S. 54) und bei der Ketten- und Seilschiffahrt. Die Verwendung von Menschenkraft zur Handhabung der Riemen (Remen, Ruder) war vor der Erfindung des Dampfschiffs allgemein üblich; jetzt hat aber die Ruderschiffahrt keine wirtschaftliche Bedeutung mehr. Unter Schiffen mit eigener Triebkraft oder Kraftschiffen verstehen wir daher nur solche, die durch Dampfmaschinen oder Gasmaschinen, oder durch aufgespeicherte Elektrizität fortbewegt werden.

Schiffe ohne eigene Triebkraft bedürfen zu ihrer Fortbewegung fremder, von außen wirkender Kräfte: das Segelschiff der Kraft des Windes, ein geschlepptes oder getreideltes Schiff der im Schlepptau oder in dem Treidelseil wirkenden Zugkraft.

Für die gewöhnlich geschleppten Schiffe hat sich in neuerer Zeit die schlechte Bezeichnung »Schleppkahn« eingebürgert, zuweilen auch »Schleppschiff«. Diese Wortbildungen sind unrichtig; denn sie bezeichnen nicht Schiffe, die geschleppt werden, sondern Schiffe, die schleppen. In diesem richtigen Sinne wird das Wort »Schleppschiff« in dem Reichsgesetz vom Jahre 1895, betreffend die privatrechtlichen Verhältnisse der Binnenschiffahrt, ausschließlich gebraucht.

Die an der Donau übliche Bezeichnung »Schlepp« für ein Lastschiff, das geschleppt wird, ist gleichfalls nicht zu empfehlen. Da heute die meisten Lastschiffe geschleppt werden, dürfte das Wort »Lastschiff« in der Regel ohne jeden weiteren Zusatz verständlich sein.

Mit Rücksicht auf den Zweck unterscheidet man Personenschiffe und Lastschiffe, die beide entweder eigene Triebkraft haben können oder nicht. Im ersteren Falle spricht man von »Personenkraftschiffen« (Personendampfer, Personenkraftboote) und von »Güterkraftschiffen« (Güterdampfer, Ladungsdampfer). Personenschiffe ohne eigene Triebkraft finden heute selten Verwendung; vor der Einführung der Dampfschiffe waren sie überall ein beliebtes Verkehrsmittel (Marktschiffe, Postschiffe, Jachten, Treckschuiten u. dgl.). Schiffe mit eigener Triebkraft, die keine Ladung einnehmen, son-

dern zum Schleppen anderer Schiffe bestimmt sind, heißen »Schleppschiffe« (Schleppdampfer, Schlepper). Ketten- und Seildampfer sind besondere Arten von Schleppschiffen.

Hiermit ist die Zahl der an der Binnenschiffahrt unmittelbar beteiligten Fahrzeuge abgeschlossen. Es bleiben aber mehrere Arten von Schiffen zu erwähnen, die für die Nebenbetriebe der Binnenschiffahrt erforderlich sind. Dazu gehören zunächst die Bauschiffe (einschließlich der Vermessungschiffe, Peilschiffe, Wohnschiffe für Beamte und Arbeiter, Taucherschächte, Felsenstampfer, Bohrschiffe, Bagger, Baggerprähme, Spülschiffe, Werkstattschiffe u. dgl.), ferner die Aufsichtschiffe (Bereisungschiffe, Polizeiboote), Eisbrechschiffe, Schwimmkrane und ähnliche zum Löschen und Laden der Güter bestimmte schwimmende Vorrichtungen. In größeren Binnenhäfen findet man auch besondere Schiffe mit Feuerlöscheinrichtungen und selbst für gottesdienstliche Zwecke. Solche »schwimmende Kirchen« sind neuerdings in Deutschland, Österreich und Rußland für die Schiffer eingerichtet worden.

Auf den Binnenwasserstraßen befinden sich noch mancherlei Fahrzeuge, die mit der Binnenschiffahrt nicht zusammenhängen, vielmehr ihr zuweilen hinderlich sind. Das sind die Schiffmühlen, Fähren, Fischerboote und die verschiedenen Fahrzeuge des Wassersports. Ferner sind noch die Flöße zu erwähnen, die entweder allein schwimmen oder geschleppt werden.

Mit Rücksicht auf die Wasserstraßen, auf denen sie zu verkehren pflegen, unterscheidet man Haffschiffe, Flußschiffe und Kanalschiffe. Die Einrichtungen und die Abmessungen der Wasserstraßen (Breite und Tiefe des Fahrwassers, Krümmungen, Brücken und Schleusen) bestimmen mehr oder minder auch die Größe und Form der Schiffe. Das Kanalschiff baut man gewöhnlich so, daß es die Abmessungen der Schleusen und die unveränderliche Wassertiefe des Kanals möglichst ausnutzen kann. Das Flußschiff wird mehr für wechselnde Fahrwassertiefen eingerichtet und bekommt eine verhältnismäßig größere Länge und Breite, um auch bei niedrigen Wasserständen noch gewinnbringende Ladung einnehmen zu können.

Die Art der Wasserstraße bedingt ferner eine verschiedene Bauart und Ausrüstung der Schiffe, je nach den Angriffen, denen sie ausgesetzt sind. Diese sind im allgemeinen: Wind, Wellen, Strömung, Aufstoßen auf den Grund, Anprall an Brücken u. dgl. bei der Durchfahrt, an Ufern und Ufermauern beim Anlegen, sowie Zusammenstoß miteinander. Haffschiffe und Flußschiffe, die in breiten Strommündungen verkehren, werden mit festem, dichtem Deck gegen überschlagende Wellen versehen und beide Arten von Schiffen werden fester gebaut und besser ausgerüstet (z. B. mit Ankern u. dgl.) als Kanalschiffe.

Die Hauptteile des Binnenschiffs und ihre Benennung. In der Richtung der Fahrt heißt das vordere Ende des Schiffes der Bug, das hintere das Heck. Die rechte Seite nennt man Steuerbord, die linke Backbord.

Diese beiden Bezeichnungen werden so erklärt, daß in alter Zeit die Schiffe durch ein Streichruder gelenkt wurden, das an der rechten Schiffseite hinten durch ein Tau befestigt war, wie es z. B. heute noch bei den rußischen Wittinnen üblich ist. Der Steuermann faßte den Ruderstiel mit beiden Händen und kehrte dabei den Rücken (englisch: back) der linken Schiffseite zu.

Der Schiffskörper setzt sich aus dem Boden, dem Gerippe, den Bordwänden und dem Deck zusammen. Der Boden ist meistens flach, zuweilen aber im Vorschiff und auch im Hinterschiff etwas steigend angeordnet: Man nennt das den Sprung des Bodens. Senkrecht zur Mittellinie wird der Boden durch Bodenwrangen (bei Holzschiffen auch Bodenschwellen, Bänke, Blätter oder Bladen, bei Eisenschiffen auch Bodenstücke oder Sohlstücke genannt), in der Richtung der Mittellinie durch Kielschweine versteift. Die Rippen werden durch die Spanten (bei Holzschiffen auch Kniee oder Krümmlinge genannt) gebildet, die mit den Bodenwrangen verbunden sind. Besonders verstärkte Spanten heißen Rahmenspanten. Auf den Spanten liegt die Außenhaut (bei Holzschiffen die Beplankung), die vorne an dem Vorsteven und hinten an dem Hintersteven befestigt wird. Das geschieht bei Holzschiffen durch Einlassen der Planken in eine am Steven ausgearbeitete Nute, die man Sponung nennt. Die Bauchkante oder der Winkel, den die Bordwände mit dem Boden bilden, heißt die Kimm (Kimmung). Sie ist meistens bei Holzschiffen scharf, bei Eisenschiffen abgerundet. Die Bordwände stehen wenigstens im Mittelschiff in der Regel senkrecht, namentlich bei Kanalschiffen; zuweilen haben sie eine geringe Neigung nach außen, die man Lehnung nennt. Meistens, und besonders bei Kanalschiffen, sind die Bordwände im Mittelschiff gleichlaufend (parallel) zu einander angeordnet; zuweilen verjüngt sich die Schiffsbreite, namentlich nach hinten, mehr oder weniger beträchtlich, was man Ablauf nennt. Die Steven sind entweder senkrecht oder nach außen geneigt oder gekrümmt. Bei Eisenschiffen wird der Vorsteven zuweilen überhängend (ausladend) gemacht und der Hintersteven, der das Steuerruder trägt, oft von dem Heck überbaut (übergebautes Heck), so daß der obere Teil des Ruderschaftes durch den Überbau hindurchgeht. Ältere Holzschiffe haben zuweilen keine Steven, sondern sowohl der Bug wie das Heck sind als Kaffen ausgebildet. Die oberste wagerechte Abdeckung der hölzernen Bordwände heißt das Schandeck (der Schandeckel); eiserne Bordwände werden oben durch den Stringerwinkel und den Stringer (Deckstringer) abgeschlossen, der binnenbords den Bordgang oder Wassergang (auch Gangbord oder Potdechsel genannt) bildet, während außenbords sich gewöhnlich eine Scheuerleiste (Bergholz, Bergplatte, Wallschiene) um das Schiff herumzieht[1]).

1) Die Benennung einzelner Schiffsteile, sowie die Kunstausdrücke im Binnenschiffahrtbetriebe überhaupt, sind in Deutschland und Österreich sehr verschieden, schwankend, zuweilen sich widersprechend und oft falsch gebildet. Der Verfasser hat überall, soweit es ihm möglich war, eine sorgfältige Prüfung vorgenommen. Bordgang ist z. B. zweifellos verständlicher und richtiger als Gangbord.

Vgl. auch Dunkelberg, Rheinschiffahrt-Lexikon, Erklärung der Fachausdrücke. Duisburg 1910.

Zur Abteilung der Räume und zur Versteifung des Schiffskörpers querschiffs dienen die Schotten (Schottwände), die bei Eisenschiffen meistens wasserdicht gemacht werden, und die Duchten (Raumbalken), die von Holz oder Eisen oben von Bordwand zu Bordwand gespannt und zuweilen mit Rahmenspanten verbunden werden.

Das Vorschiff und das Hinterschiff sind gewöhnlich bei den Binnenschiffen auf größere oder geringere Länge mit einem festen Deck versehen, während bei den Lastschiffen die mittleren Laderäume zuweilen offen bleiben; andernfalls werden sie entweder durch ein festes oder durch ein bewegliches Deck geschlossen. Das feste Deck ruht auf Deckbalken, die an Stelle der Duchten von Bordwand zu Bordwand reichen und mit den Spanten fest verbunden sind. Gewöhnlich wird das feste Deck querschiffs gekrümmt, damit das Wasser nach den Wassergängen an den Bordwänden abfließen kann. Diese Krümmung heißt Balkenbucht oder Deckbucht. Zuweilen gibt man dem Deck auch längsschiffs eine Krümmung, indem man es nach vorne und nach hinten ansteigen läßt. Diese Krümmung nennt man den Sprung des Decks. Beim festen Deck wird der Zugang zu den Kajüten durch Niedergänge mit Treppen und zu den Laderäumen durch Ladeluken bewirkt, die mit Luksüllen umrahmt und mit Lukendeckeln geschlossen werden. Luksülle, die die Laderäume seitlich auf der ganzen Schiffslänge abschließen, nennt man am Rhein Tennebaum.

Das bewegliche Verdeck ist entweder ein Bretterdeck oder ein Plattendeck. Das Bretterdeck besteht aus schmalen losen Brettern, die längsschiffs gleichlaufend vermittelst Decksparren dachförmig über den Laderaum gelegt werden. Beim Platten- oder Tafeldeck werden die einzelnen Platten oder Tafeln (Lukendeckel) querschiffs über den Laderaum gelegt und an ihren Stößen von Rinnsparren (Merklingen) unterstützt.

Den vordersten und den hintersten Teil des Schiffsraums bei den Steven nennt man Piek.

Der in den Kajüten und Laderäumen über den Bodenwrangen angeordnete Fußboden heißt Wegerung oder Bühne (auch Flur, Streck, Streu, Strau genannt). Die innere Bretterbekleidung der Bordwände heißt gleichfalls Wegerung oder »Hängebühne«, zuweilen »Seitenausschlag«.

Die Außenhaut wird oft, besonders bei Dampfschiffen, über Deck hinaufgeführt, entweder rings um das ganze Schiff oder nur um das Vor- und Hinterschiff, um bei starkem Wellengange das Übernehmen von Wasser zu verhindern. Diese Schutzwand nennt man das Schanzkleid (Verschanzung); es endigt oben mit der Reling (wohl aus »Riegelung« entstanden), womit auch zuweilen ein offenes, um das Schiff laufendes Schutzgeländer im ganzen bezeichnet wird.

Zur Lenkung des Schiffes während der Fortbewegung dient das Steuerruder oder Ruder, das aus dem Ruderblatt, dem Ruderschaft und der Ruderpinne (Helmstock) zusammengesetzt ist. Das feste Ruder ist durch am

Schaft befindliche Fingerlinge oder Zapfen drehbar mit dem Hintersteven verbunden. Wenn ein Teil des Ruderblatts vor dem Schaft, der Drehachse, angeordnet ist, nennt man dies ein Schweberuder (Balanceruder). Wird ein solches Ruder nur mittels eines senkrechten Steuernagels mit dem oberen Ende des Hinterstevens verbunden, so spricht man von einem Wippruder, das an den östlichen deutschen Wasserstraßen üblich ist und aus Holz hergestellt wird. Dort nennt man das Ruderblatt »Steuerdiele«, den Schaft »Krümmling« und die Pinne »Helmholz« (Steuerholm).

Das Schwimmen. Ein Archimedischer Grundsatz lautet: Ein in eine Flüssigkeit eingetauchter Körper verliert so viel an seinem Gewicht, als das Gewicht der von ihm verdrängten Flüssigkeit beträgt. Das Verhältnis des Gewichts eines Körpers zu dem Gewicht einer Wassermenge von gleichem Rauminhalt nennt man sein spezifisches Gewicht.

Dabei ist reines (destilliertes) Wasser von größter Dichtigkeit, also bei 4 Grad C. zugrunde gelegt, von dem ein Kubikmeter 1000 kg wiegt. Das Seewasser ist schwerer: Sein spezifisches Gewicht wird für die Ostsee = 1,015, im übrigen meistens = 1,025 angenommen.

Die von einem im Wasser schwimmenden Schiffe verdrängte Wassermenge ist ebenso schwer wie das ganze Schiff. Diese Wassermenge heißt die Verdrängung (Deplacement). Es besteht also Gleichgewicht zwischen dem Schiffsgewicht, das, in seinem Schwerpunkt angreifend gedacht, senkrecht nach unten wirkt, und dem Auftrieb des Wassers, der die Mittelkraft aller auf die Oberflächenteile des Schiffes wirkenden Wasserdrücke darstellt und, im Schwerpunkt der Verdrängung angreifend gedacht, senkrecht von unten nach oben wirkt. Man hat zwischen dem Gewichtschwerpunkt (auch Systemschwerpunkt genannt) und dem Verdrängungschwerpunkt (oder Formschwerpunkt) zu unterscheiden. Wird das Gewicht des Schiffes durch Belastung bis zum völligen Eintauchen vermehrt, so nennt man das Gewicht dieser Zuladung seine Schwimmfähigkeit (oder Reserveschwimmfähigkeit). Diese ist der Überschuß an Auftrieb, den das ganz eingetauchte Schiff erfahren würde, über sein Gewicht und hängt von der Form und dem spezifischen Gewicht des Schiffes ab. Die Schwimmfähigkeit ist eine »unbedingte«, wenn das spezifische Gewicht kleiner oder gleich dem des Wassers ist, wie z. B. bei hölzernen Schiffen, oder eine »bedingte«, wenn zwar das spezifische Gewicht größer, das Schiff aber mit einem so großen, wasserdicht abgeschlossenen Raum versehen ist, daß noch ein Überschuß an Auftrieb über das Gesamtgewicht (also Schiff und eingedrungenes Wasser zusammen) bestehen bleibt. Unterseebote haben z. B. keine Schwimmfähigkeit, wenn sie nicht durch Entfernen von Ballast ihr Gewicht vermindern und durch den so vergrößerten Auftrieb an die Oberfläche kommen [1]).

Die Schwimmebene, bis zu welcher das Schiff eintaucht, heißt die Wasserlinie und man unterscheidet die »leichte« Wasserlinie, d. i. die Ein-

---

1) Johow, Hilfsbuch für den Schiffbau. Berlin 1902 und 1910 (dritte Auflage von Krieger). Herner, Die Theorie des Schiffes. Hannover 1908.

tauchung in betriebsfertigem Zustande ohne nützliche Ladung, und die »beladene« Wasserlinie (Tiefladelinie) oder »oberste« Wasserlinie bei volle Ladung. Weil für diese Linie das Schiff berechnet wird, nennt man sie auch die Entwurfswasserlinie (Konstruktionswasserlinie). Das Gewicht der Zuladung, die erforderlich wird, um das Schiff von der leichten Wasserlinie auf die beladene zu bringen, ist die Tragfähigkeit (Ladefähigkeit) des Schiffes. Das Gewicht des fertigen, leeren Schiffes ohne Besatzung, Ausrüstung und Zubehör und ohne Maschinen, Kessel, Wasser und Kohlen heißt das Schiffseigengewicht und mit der Besatzung und den übrigen vorgenannten Stücken das tote Gewicht, d. h. ohne nützliche Ladung.

Die Tiefe der Eintauchung von der Wasserlinie bis zum untersten Punkte des Schiffsbodens ist die Tauchtiefe oder der Tiefgang. Leertiefgang ist die Eintauchung von der leichten Wasserlinie bis zum untersten Punkt des Schiffsbodens, und die diesem Tiefgange entsprechende Verdrängung nennt man die »leichte Verdrängung« zum Unterschied von der »beladenen Verdrängung«. Die leichte Verdrängung entspricht also dem toten Gewicht des Schiffes. Der Tiefgang wird an den »Tiefgangsanzeigern« (Ahmings) gemessen, die an den beiden Steven oder an den Bordwänden angebracht werden. Man unterscheidet den hinteren und den vorderen Tiefgang und legt den Berechnungen den gemittelten Tiefgang zugrunde. Der Unterschied zwischen dem hinteren und dem vorderen Tiefgang heißt der Trimm (englisch: trim = Lage, Ordnung). Steuerlastig ist ein Schiff, wenn der hintere Tiefgang größer ist als der vordere; im umgekehrten Falle ist es kopflastig, bei gleichem Tiefgange gleichlastig. Das Schiff hat eine Krängung (oder Schlagseite), wenn es nach Steuerbord oder Backbord geneigt liegt.

Den Widerstand, den das aufrecht schwimmende Schiff einer Neigung entgegensetzt, und die Fähigkeit, wenn es in eine geneigte Lage gebracht ist, sich wieder aufzurichten, nennt man seine Steifheit (Stabilität). Sie hängt von der Form und von der Gewichtsverteilung im Schiffe ab. Man unterscheidet Neigungen querschiffs, d. h. um eine wagerechte Längsachse, und längsschiffs, d. h. um eine wagerechte Querachse.

Bei der Neigung bleibt der Gewichtschwerpunkt (G) in seiner Lage zum Schiffe unverändert; aber der Verdrängungschwerpunkt (F) verschiebt sich, weil die Verdrängung eine andere Form annimmt. In Abb. 15 herrscht Gleichgewicht: Schwerkraft und Auftrieb sind gleich groß, entgegengerichtet und wirken in derselben Senkrechten, der Schwimmachse. In Abb. 16 wirkt das Kräftepaar an dem Hebelsarm a aufrichtend, in Abb. 17 dagegen umstürzend, d. h. das Schiff kentert. Den Schnittpunkt (M) der neuen Auftriebsrichtung mit der Schwimmachse nennt man Metazentrum. Bei einem steifen (stabilen) Schiffe liegt das Metazentrum stets über dem Gewichtschwerpunkt (Abb. 16); andernfalls (Abb. 17) ist das Schiff nicht steif, sondern kentert, falls es auch nur um einen kleinen Winkel aus der wagerechten Schwimmlage

kommt. Zwischen den Abb. 16 und 17 gibt es einen Grenzfall, wenn die Richtungen von G und F in dieselbe Senkrechte fallen und der Hebelsarm a zu Null wird. In diesem Falle ist auch die Steifheit gleich Null und das Schiff befindet sich in unsicherem (indifferentem) Gleichgewicht. Die Größe der Steifheit wird durch die metazentrische Höhe, d. i. den Abstand MG, gemessen.

Für die Neigung querschiffs ist, wie vorstehend, das Breitenmetazentrum und für die Neigung längsschiffs das Längenmetazentrum maßgebend. Die Steifheit eines Schiffes wird um so größer, je tiefer der Gewichtschwerpunkt liegt. Rückt er bis unter den Verdrängungschwerpunkt, so kann das Schiff überhaupt nicht kentern, wie z. B. bei den Wulstkieljachten, die tief unter

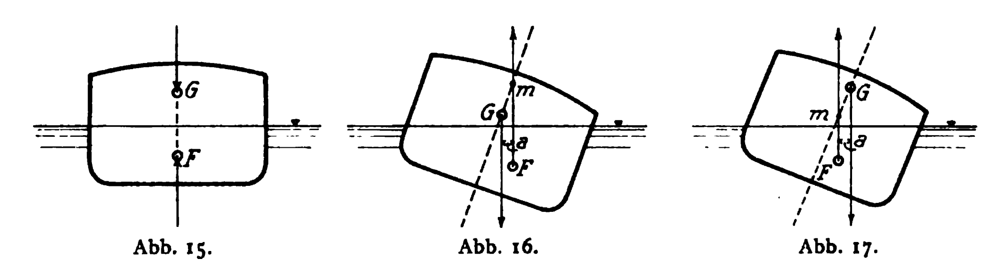


Abb. 15. Abb. 16. Abb. 17.

dem Boden ein schweres Bleigewicht tragen. Für ein Seeschiff ist es an sich nicht zweckmäßig, den Gewichtschwerpunkt sehr tief zu legen; denn je größer die Steifheit, um so heftiger und schneller rollt das Schiff im Seegange.

Man unterscheidet statische und dynamische Steifheit. Während die statische Steifheit durch das statische Moment des aufrichtenden Kräftepaars dargestellt wird, versteht man unter der dynamischen Steifheit die Arbeit, die beim Überneigen (oder Krängen) eines Schiffes verrichtet wird, um den Gewichtschwerpunkt zu heben und den Verdrängungschwerpunkt niederzudrücken. Sie ist also die Summe der mechanischen Arbeiten von Auftrieb und Schwerkraft und gibt Aufschluß über die voraussichtliche Sicherheit gegen Winddruck und Wellen. Für Binnenschiffe ist die Anstellung dieser Untersuchungen nur in Ausnahmefällen erforderlich.

Die Bewegung eines Schiffes um seine Längsachse heißt Rollen oder Schlingern, um seine Querachse Stampfen oder Setzen (das erstere Wort vom Bug, das letztere vom Heck gebraucht) und um seine senkrechte Achse Gieren. Wenn ein Schiff leicht in Rollbewegungen kommt, nennt man es rank. Die Herbeiführung eines bestimmten vorderen oder hinteren Tiefgangs, also die Drehung des Schiffes um eine wagerechte Querachse, geschieht durch Trimmen, indem entweder ein Teil des Gewichts von vorne nach hinten oder umgekehrt verschoben oder ein neues Gewicht vorne oder hinten hinzugefügt oder ein Teil des Gewichts aus dem Schiffe entfernt wird. Wenn man ein Gewicht von hinten nach vorne verschiebt, so verschiebt sich auch der Gewichtschwerpunkt von hinten nach vorne, und es entsteht zwischen Auftrieb und Schwerkraft ein wagerechter Abstand (Hebelsarm) und ein Kräftepaar, das bestrebt ist, das Schiff so lange um eine wagerechte Achse zu

drehen, bis die Gleichgewichtslage wieder erreicht ist. Das Schiff wird vorne tiefer eintauchen und sich hinten aus dem Wasser heben: Die Verdrängung bekommt eine andere Form, ohne ihren Rauminhalt zu ändern, und ihr Schwerpunkt rückt gleichfalls so weit nach vorn, bis die Richtung des Auftriebs wieder mit der Richtung der Schwerkraft zusammenfällt.

Beim Be- und Entladen von Lastschiffen treten stets mehr oder minder erhebliche Trimmänderungen ein, die man durch geschickte Verteilung der Last auf die einzelnen Laderäume möglichst zu vermindern sucht. Bei Dampfschiffen werden zuweilen hinten oder vorne besondere Wasserballasträume angeordnet, die man durch Pumpen bedient: Auf diese Weise kann der gewünschte Trimm leicht erreicht werden.

Unbeabsichtigte Verdrängungen der Schwimmlage treten ein, wenn ein mit wasserdichten Schotten ausgerüstetes Schiff ein Leck bekommt. Wenn Wasser in das Schiff tritt, wird das Gewicht des Schiffes und daher sein Tiefgang vergrößert. Gleichzeitig tritt durch die Gewichtsverschiebung eine Änderung des Trimms ein und außerdem wird durch die flüssige Ladung die Steifheit des Schiffes vermindert. Wird eine durch Schottwände abgeschlossene leere Abteilung des Schiffes bis zur Schwimmebene mit Wasser gefüllt, so geht ein dieser eingedrungenen Wassermenge gleicher Teil der Verdrängung verloren, und da das Schiffsgewicht unverändert bleibt, muß das Schiff tiefer eintauchen, um die erforderliche Verdrängung wieder zu erlangen. Dabei wird in den meisten Fällen eine Trimmänderung oder auch eine Krängung (Schlagseite) eintreten, bis Gewichts- und Verdrängungschwerpunkt wieder in derselben Senkrechten liegen. Ist die fragliche Abteilung nicht leer, sondern mit Ladung gefüllt, so wird letztere an ihrem Gewicht so viel verlieren, als sie Wasser verdrängt, und das ganze Schiffsgewicht wird entsprechend vermindert. Besteht die Ladung aus Holz, leeren Fässern oder anderen Gegenständen, deren spezifisches Gewicht kleiner als 1 ist, so kommt es zuweilen vor, daß ein leckes Schiff »auf seiner Ladung schwimmt«, wenn das Deck hinreichend stark und fest genug ist.

Die Schiffsform. Die Hauptabmessungen eines Schiffes sind Länge, Breite, Tiefgang und Seitenhöhe. Die Länge wird in der Höhe der obersten Wasserlinie oder Tiefladelinie zwischen den beiden Loten gemessen, die bei Holzschiffen durch die Sponungen der Steven, bei Eisenschiffen durch die Hinterkante des Vorstevens und durch die Vorderkante des Hinterstevens (Ruderstevens) gelegt werden (Abb. 18). Die größte Länge, Länge über alles, reicht von der äußersten Spitze des Vorstevens bis zum äußersten Punkte des Hecks und wird gleichlaufend zur obersten Wasserlinie gemessen. Als Breite gilt die Breite im Hauptspant, die bei Holzschiffen auf der Beplankung, bei Eisenschiffen auf der Außenkante der Spanten unter Vernachlässigung der Dicke der Blechhaut gemessen wird. Die »größte Breite« wird über den Scheuerleisten gemessen. Die Seitenhöhe wird in der Mitte zwischen den Loten von der Unterkante des Bodens bis zur Unterkante des Stringers oder

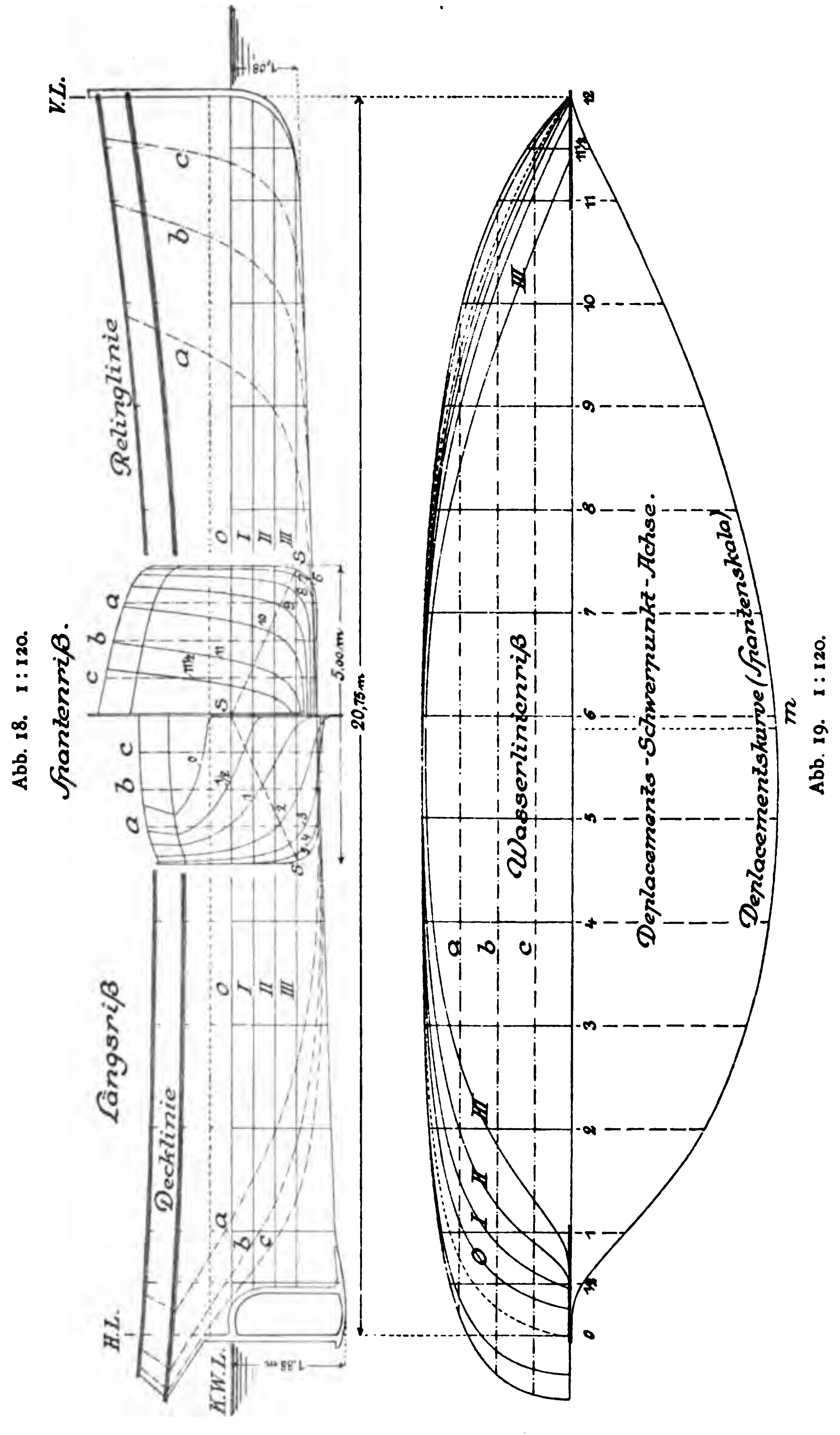


Abb. 18. 1 : 120.

Abb. 19. 1 : 120.

bis zur Oberkante der Deckbalken an der Bordwand gemessen. Die Höhe des Decks über der obersten Wasserlinie ist der Freibord; die Seitenhöhe vermindert um den Freibord ist der mittlere Tiefgang oder die »Berechnungstiefe«. In den Abbildungen 18 und 19 sind die Linienrisse oder »die Linien« eines Schiffes (eines kleinen Schraubendampfers) mitgeteilt. Zur Darstellung der Schiffsform benutzt man gewöhnlich drei Gruppen von zueinander gleichlaufenden Ebenen, die rechtwinklig zueinander durch den Längsriß, durch den Spantenriß und durch den Wasserlinienriß gelegt werden. Es sind das die Ebenen der Spanten (von 0 bis 12), der Wasserlinien (von O bis III) und der »Schnitte« (von *a* bis *c*): Die ersten erscheinen im Spantenriß, die zweiten im Wasserlinienriß und die dritten im Längsriß als gekrümmte Linien.

Für die Tragfähigkeit, die Steuerfähigkeit und den Widerstand des Schiffes kommt nur allein der unter der obersten Wasserlinie liegende Schiffsteil, das sogenannte »lebende Werk« in Betracht, während die Formen des darüber liegenden Teils nach anderen Zweckmäßigkeits- und Schönheitsrücksichten entworfen werden. In den Abbildungen erkennt man über der obersten Wasserlinie, die mit O und K. W. L. bezeichnet ist, noch eine weitere punktierte Hilfswasserlinie sowie die Decklinie und die Relinglinie. Die Abstände der gleichlaufenden Ebenen wählt man nach Belieben und nach der gewünschten Genauigkeit der Formen. Bei den Spanten hat man dabei zwischen den nur für die Berechnung eingezeichneten Entwurfspanten und den meistens viel zahlreicheren Bauspanten zu unterscheiden, die wirklich zur Ausführung kommen.

Die Form eines Schiffes (und zwar des lebenden Werks unter der obersten Wasserlinie) wird bestimmt:

1. durch das Verhältnis der 3 Hauptabmessungen, Länge, Breite und Tiefgang, zueinander,

2. durch die Formen der Hauptschnittflächen, Längenschnitt, Hauptspant und oberste Wasserlinie, sowie durch deren Völligkeitsgrade,

3. durch den Völligkeitsgrad der Verdrängung.

Wenn man vom Tiefgange ausgeht, wählt man die Breite gewöhnlich 2 bis 3 mal so groß; man findet aber Flußschiffe, bei denen die Breite viel größer ist und zuweilen selbst das Zehnfache des Tiefgangs erreicht. Die Länge ist gleich der sechs- bis zwölffachen, oft gleich der achtfachen Breite; doch haben einzelne französische Flußschiffe das Verhältnis 1 : 16 bis 1 : 20. (Die Länge der Seeschiffe schwankt zwischen der vier- bis achtfachen Breite.)

Für die Form des Längenschnitts (unter Wasser) sind die Anordnung der Steven und der Bodenlinie (Sprung) bestimmend, für das Hauptspant die Stellung der Bordwände und die Kimm, für die oberste Wasserlinie die Art der Zuschärfung im Vorschiff und im Hinterschiff sowie der Ablauf.

Unter dem Völligkeitsgrad der obersten Wasserlinie (α) und des Hauptspants (β) versteht man das Verhältnis ihrer Flächen zu der Fläche der umschriebenen Rechtecke (*L.B.* und *T.B.*).

α schwankt bei Seeschiffen zwischen 0,7 und 0,8, wird aber bei Binnenschiffen oft größer, bis 0,9 und darüber.

β schwankt bei Seeschiffen zwischen 0,7 und 0,9, ist aber bei Binnenschiffen größer und wird bei manchen Fluß- und Kanalschiffen zu 1. (Bei Segeljachten ist β häufig nur 0,5.)

Der Völligkeitsgrad der Verdrängung (δ) ist das Verhältnis zwischen dem Rauminhalt der Verdrängung zu dem umschriebenen rechteckigen Prisma aus Länge, Breite und Tiefgang. Der Völligkeitsgrad, der im allgemeinen ein Maßstab für die Schärfe des Schiffes ist, schwankt in weiten Grenzen, bei Seeschiffen von der Jacht bis zu den großen Güterschiffen von 0,30 bis 0,75, bei schnellen Flußdampfern von 0,60 bis 0,65, bei Radschleppdampfern von 0,75 bis 0,85, bei Schraubenschleppdampfern von 0,45 bis 0,65, bei Binnenlastschiffen ohne eigene Triebkraft gewöhnlich von 0,80 bis 0,90 und bei einzelnen Kanalschiffen bis zu 0,99. Der Schwerpunkt der Verdrängung ist für die Lage und Steifheit (Stabilität) des Schiffes von großer Bedeutung und wird deshalb meistens genau oder wenigstens nach Näherungsformeln berechnet. Er muß bei Dampfschiffen so gelegt werden, daß nach Verbrauch der Kohlen keine kopflastige Lage des Schiffes eintritt, die sowohl die Geschwindigkeit wie die Steuerfähigkeit vermindert und besonders für Raddampfer nachteilig ist. Die Völligkeitsgrade (α, β, δ) müssen zueinander in einem gewissen Verhältnis stehen. Man setzt gewöhnlich:

$$\delta = \varkappa \cdot \alpha \cdot \beta,$$

worin $\varkappa$ etwa zwischen 0,83 und 0,85 für schnell fahrende und zwischen 0,9 bis 0,95 für langsam fahrende Schiffe schwankt.

Beim Entwerfen eines Schiffes werden nach Feststellung von L, B, T und von α und β der Längenschnitt, der Hauptspant und die oberste Wasserlinie (0) aufgezeichnet. Es folgt die Einteilung der Spanten (0 bis 12), der Wasserlinien (I bis III) und Schnitte (a bis c). Die Übertragung der Wasserlinien in den Wasserlinienriß und der Schnitte in den Längsriß kann erst erfolgen, wenn die Formen der einzelnen Spanten bestimmt sind.

Damit die Flächen der einzelnen Spanten von dem Hauptspant (in der Mitte) aus sowohl nach vorne wie auch nach hinten in gewünschter, gleichmäßiger Weise abnehmen, benutzt man gewöhnlich eine Spantenskala (Deplacementskurve), wie sie in Abb. 19 unter dem halben Wasserlinienriß dargestellt ist. Die Höhe der Ordinaten (von 1 bis 11) entsprechen dem Flächeninhalt (in m²) der betreffenden Spantenflächen (in beliebigem Maßstabe aufgetragen). Wenn die Linie 6-m die Hauptspantfläche darstellt, sind die Flächen der übrigen Spanten durch die Verzeichnung der gekrümmten Linie 0, m, 12, d. h. der Spantenskala bestimmt. Zuweilen wählt man als gekrümmte Linie eine Parabel, die nach dem Geschmack des Ingenieurs abgeändert wird. Da der Schwerpunkt der Fläche 0, 6, 12, m, 0 zugleich die Lage des Verdrängungschwerpunktes angibt (in Abb. 19 punktiert links von 6-m angedeutet), kann man durch die gewählte Form der Krümmung den Schwerpunkt beliebig nach vorne oder nach hinten verschieben.

Es handelt sich ferner darum, die ermittelten Flächeninhalte der Spanten in die richtigen Formen zu bringen, was durch Versuche gelingt. Dazu kennt man für jede Spantenfläche die Höhe in der Mitte aus dem Längsriß und die obere Breite in der Ebene der obersten Wasserlinie aus dem Wasserlinienriß. Wenn die Spanten vorläufig entworfen sind, werden die entsprechenden Wasserlinien verzeichnet. Zeigt es sich, daß diese nicht hinreichend gestreckt und schlank verlaufen, so müssen die Spantenlinien geändert werden. Schließlich überträgt man aus dem Wasserlinienriß die Schnitte in den Längsriß und sieht zu, ob sie nach Wunsch verlaufen; andernfalls müssen die Spanten und Wasserlinien verändert werden. Dies Verfahren muß sorg-

fältig wiederholt werden, damit das nach diesen Rissen gebaute Schiff in seiner äußeren Form keine Buckel oder Beulen zeigt.

Will man sehr große Vorsicht anwenden, so legt man zwischen die bereits angeordneten Gruppen von gleichlaufenden Ebenen noch weitere hinein, oder man legt andere schräg geneigte Flächen durch den Schiffskörper, die man Senten nennt. Solche Senten sind in dem Spantenrisse (Abb. 18), wo sie sich als gerade Linien darstellen, durch die Linien *SS* angedeutet. Der Vorgang der Übertragung in die Risse ist der gleiche.

Alle Schiffslinien sind im allgemeinen rein willkürliche und verlaufen nicht nach bestimmten mathematischen oder mechanischen Gesetzen. Die Theorie des Schiffskörpers ist noch wenig entwickelt, infolge der Schwierigkeit, die Größe und Richtung der angreifenden Kräfte richtig zu erkennen und zu bemessen. Das trifft besonders für das Seeschiff zu, während bei dem Binnenschiff die Verhältnisse einfacher liegen, weil es nicht dem Anprall der Wellen zu widerstehen hat. Auch ist deshalb die Form der Binnenschiffe, namentlich der großen Lastschiffe ohne eigene Triebkraft, einfacher zu bestimmen, da ein großer Teil des Mittelschiffs bei ihnen meistens eine nahezu prismatische Gestalt bekommt.

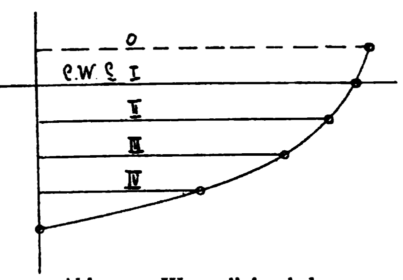


Abb. 20. Wasserlinienskala.

Wichtig und notwendig ist eine sorgfältige Berechnung der Verdrängung. Man kann dabei entweder von den Spantenflächen oder von den Wasserlinienflächen ausgehen; um Irrtümer zu vermeiden, führt man oft beide Rechnungen durch. Zur Ermittelung der einzelnen Flächeninhalte benutzt man entweder Annäherungsformeln (meistens die Simpsonsche Regel)

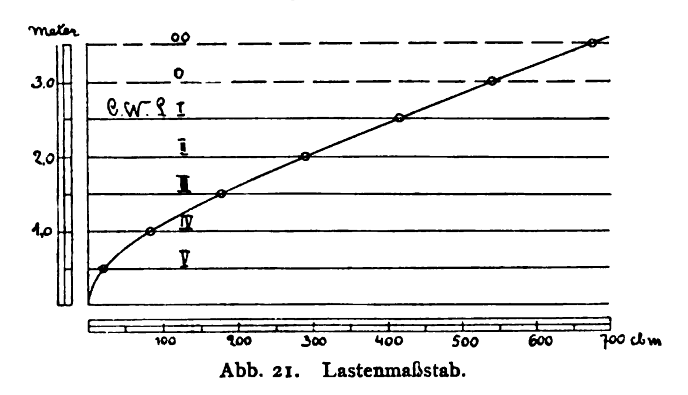


Abb. 21. Lastenmaßstab.

oder ein zeichnerisches Verfahren mit Planimeter oder ähnlichen Vorrichtungen. Während man von den Spantenflächen ausgehend die oben erwähnte Spantenskala verwendet, bildet man für die Wasserlinienflächen eine entsprechende Wasserlinienskala (Abb. 20). Man wählt dabei den Tiefgang als Abszissenachse, während die Ordinaten (I bis IV) die Flächeninhalte der Wasserlinien an den betreffenden Stellen angeben. Die durch die Endpunkte

gelegte gekrümmte Linie umschließt eine Fläche, deren Inhalt gleich der Verdrängung ist. Der Schwerpunkt dieser Fläche gibt die Höhenlage des Verdrängungschwerpunktes an.

Wenn man die Verdrängungen eines Schiffes bei verschiedenen Tauchtiefen berechnet, die Ergebnisse in einem ähnlichen Liniensystem wie vorher als Ordinaten aufträgt und die Endpunkte durch eingekrümmte Linien verbindet, so erhält man den Lastenmaßstab dieses Schiffes (Abb. 21). Er gibt für jede Tauchtiefe die entsprechende Verdrängung (in m^3 oder t) an, mithin auch das Gewicht der Ladung, wenn das tote Gewicht des Schiffes von der Verdrängung abgezogen wird. (Das tote Gewicht entspricht dem Leertiefgang.)

Die Festigkeit. Das Schiff ist als hohler Balken zu betrachten, der auf Biegung beansprucht wird. In erster Linie kommt die Längsfestigkeit in Betracht, weil die Beanspruchung der Querverbände bei Schiffen mit festem Deck verhältnismäßig gering und bei offenen Schiffen leicht zu ermitteln ist. In ruhigem Wasser wird die Längsfestigkeit durch den Unterschied zwischen Gewicht und Auftrieb an den einzelnen Stellen des Schiffes beansprucht[1]).

Abb. 22.

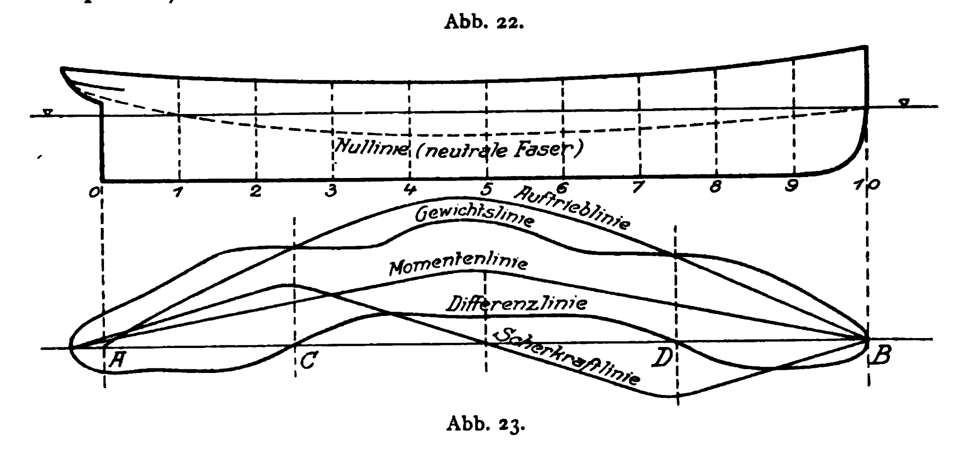


Abb. 23.

Denkt man sich das Schiff durch senkrechte Schnitte, z. B. 1 bis 9 (Abb. 22), in eine Anzahl von Teilen zerlegt, so daß sich jeder Teil selbständig in senkrechtem Sinne bewegen kann, so würden sie, je nach ihrem Gewichte, verschieden tief eintauchen und zwar die am Vor- und Hinterschiff gelegenen Stücke wegen ihrer unteren schlankeren Formen tiefer als die mittleren mit völligeren Querschnitten. Wenn es sich um ein Dampfschiff handelt, dessen mittlere Abteile Maschinen, Kessel und Kohlen enthalten, oder um ein Lastschiff, dessen mittlerer Laderaum vielleicht allein gefüllt ist, so würden diese betreffenden Teile wieder entsprechend tiefer einsinken als die benach-

1) Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Band V, bearbeitet von Flamm. Berlin 1902.

barten. Man erkennt leicht, daß in diesen Schnittflächen selbst bei dem still liegenden Schiffe infolge der Gewichtsverteilung beträchtliche Kräfte auftreten, die die Längsfestigkeit in Anspruch nehmen und auf eine Verbiegung des Schiffskörpers nach oben oder unten hinwirken.

Um diese Kräfte und die entsprechenden Momente zu berechnen, muß für jeden Schiffsabschnitt das Gewicht ermittelt werden, und zwar sowohl das Eigengewicht des entsprechenden Schiffsteils selbst als auch das Gewicht der darauf lastenden Teile von Maschinen, Kesseln, Kohlen, der Ladung usw. Ist dies geschehen, so trägt man (Abb. 23) die Gewichte aller Abschnitte an betreffender Stelle der geraden Linie AB in einem beliebigen Maßstabe senkrecht auf, verbindet die Endpunkte und erhält so die Gewichtslinie. Wenn man das Schiff als Balken betrachtet, dann zeigt diese Linie die Belastung des Balkens an. In ähnlicher Weise berechnet man für jeden Abschnitt das entsprechende Gewicht der Verdrängung, trägt es ebenso auf der geraden Linie AB in gleichem Maßstabe auf, verbindet die Endpunkte und erhält eine zweite gekrümmte Linie, die Auftriebslinie, die übrigens mit der früher erwähnten Spantenskala übereinstimmt.

Der Flächeninhalt der Auftriebslinie ist gleich dem Gewicht der Verdrängung und muß daher mit dem Flächeninhalt der Gewichtslinie genau übereinstimmen. Auch die Schwerpunkte beider Flächen müssen senkrecht übereinander liegen. Es zeigt sich (wie in Abb. 23), daß diese Linien sich niemals decken, sondern sich mehrmals schneiden. Ermittelt man zeichnerisch für jede Stelle der Schiffsachse (AB) die Unterschiede zwischen Gewicht und Auftrieb, so erhält man die Differenzlinie, die je nach ihrer Lage ober- oder unterhalb von AB die wirkliche Größe der aufwärts oder abwärts auf die Schiffsverbände wirkenden Kräfte darstellt. In den Punkten C und D werden diese Kräfte zu Null. Hier liegen gewissermaßen die Stützpunkte des als Balken gedachten Schiffskörpers.

Wenn man die Differenzlinie integriert, d. h. eine neue gekrümmte Linie so bildet, daß ihre Ordinaten, von links anfangend, stets die Fläche der bis zu der betreffenden Ordinate enthaltenen Flächen der integrierten Linie darstellen, so ist diese neugebildete gekrümmte Linie die Scherkraftlinie, die bei C und D ihren höchsten und niedrigsten Punkt hat. Die ober- und unterhalb der Geraden AB liegenden Flächen der Scherkraftlinie sind einander gleich. Die Ordinaten dieser Linie geben für jeden Querschnitt des Schiffes die Kraft an, die dort auf Abscheren wirkt. Wird diese gekrümmte Linie der Scherkräfte nochmals in gleicher Weise integriert, so bekommt man die Momentenlinie, die für jeden Querschnitt des Schiffes das dort wirksame Biegungsmoment angibt. Das größte Moment liegt dort, wo die Scherkraftlinie die Achse schneidet.

Die weitere Berechnung der Beanspruchungen wird ebenso wie beim Balken vorgenommen. Es ist dessen Widerstandsmoment $W = \frac{J}{e}$, wenn J das Trägheitsmoment des Querschnitts

an der beanspruchten Stelle und e die Entfernung der äußersten gezogenen oder gedrückten Faser von der Nullinie (neutralen Achse) ist. Da das Biegemoment $M = W \cdot k = \frac{J}{e} \cdot k$, so ergibt sich die Spannung in der äußersten Faser

$$k = \frac{M}{W} = \frac{M}{J} \cdot e.$$

Da M aus den vorstehenden Rechnungen bekannt ist, so fehlt noch die Ermittelung des Trägheitsmoments des Schiffsquerschnitts, bezogen auf seine Schwerpunktsachse, d. i. die Nullinie (neutrale Faser). Bei der Ermittelung des nutzbaren (widerstehenden) Querschnitts des Schiffes sind nur die Querschnitte aller längsschiffs durchlaufenden Verbände zu berücksichtigen, also Bodenbleche, Kielschweine, Außenhautplatten, Stringer, Stringerwinkel und zutreffendenfalls die Bleche des festen Decks. (Der Querschnitt eines Holzdecks kann mit 4 v. H. mit in die Rechnung aufgenommen werden.) Auf der Seite der gezogenen Fasern sind dabei etwa 12,5 v. H. für Nietlöcher abzuziehen und ferner die etwa vorhandenen Öffnungen im Deck. Man vereinfacht die Rechnung, wenn man für jeden Schiffsquerschnitt durch Zusammenschieben der einzelnen in Betracht kommenden Verbandsteile einen gleichwertigen Träger entwirft, der aus wagerechten und senkrechten Rechtecken besteht, deren eigene Schwerpunkte ohne weiteres bekannt sind. Man berechnet dann die Summe der Produkte aus diesen einzelnen Querschnittsteilen und ihren Schwerpunktsabständen von einer beliebigen wagerechten Achse (z. B. Bodenunterkante) und teilt sie durch die Gesamtfläche des nutzbaren Querschnitts: So erhält man den Abstand des Schwerpunkts der Gesamtfläche, also des nutzbaren Schiffsquerschnitts, d. i. die Lage der wagerechten Nullinie (neutralen Faser) von dieser Hilfsachse. Wenn man für eine Reihe von Schiffsquerschnitten diese Rechnung durchführt, kann man die Lage der Nullinie des ganzen Schiffes in den Längsriß (Abb. 22) eintragen.

Darauf wird das Trägheitsmoment des Querschnitts bestimmt: Das Trägheitsmoment einer Teilfläche auf eine beliebige Achse bezogen (J_1) ist gleich seinem Trägheitsmoment für die eigene Schwerpunktsachse (J), vermehrt um das Produkt aus dem Quadrat des Abstandes seines Schwerpunkts von jener Achse (b) und dem Inhalt der Teilfläche (f): $J_1 = J + b^2 \cdot f$. Die Summe sämtlicher $J_1 \ldots$ gibt das Trägheitsmoment des fraglichen Schiffsquerschnitts und man erhält die größte Spannung in der obersten Faser: $k_o = \frac{M}{J} \cdot a_o$ und in der untersten Faser: $k_u = \frac{M}{J} \cdot a_u$. Diese Spannungen müssen innerhalb der durch den gewählten Baustoff (Stahl oder Eisen) gegebenen Grenzen bleiben. Meistens begnügt man sich mit der Durchführung der Rechnung für das Hauptspant. Das größte Biegungsmoment im ruhigen Wasser schwankt zwischen $0{,}0125 \cdot P \cdot L$ und $0{,}0067 \cdot P \cdot L$, wenn L die Schiffslänge und P das Schiffsgewicht bedeuten.

Bei der Untersuchung der wagerecht wirkenden Scherkräfte findet man, daß diese ihre größten Werte etwa bei $^1/_3$ und $^2/_3$ der Schiffslänge und in der Höhe der Nullinie erreichen. An diesen Stellen des Schiffskörpers stellen sich häufig Brüche in der Außenhaut ein.

Schwieriger werden die Festigkeitsuntersuchungen für das Schiff im bewegten Wasser, weil sich die Form der Verdrängung und damit auch die Beanspruchung des Schiffskörpers in jedem Augenblick ändert. Man legt gewöhnlich den ungünstigsten Fall zugrunde, daß sich das Schiff mit seiner Mitte über dem Scheitel einer Welle von gleicher Länge und einer Höhe von etwa $^1/_{20} \cdot L$ befindet. Die Biegungsmomente und Scherkräfte werden unter diesen Umständen erheblich größer als bei dem Schiffe in ruhendem Wasser. Da die Binnenschiffe aber nicht für solche Beanspruchung gebaut werden, kann die Mitteilung der Berechnungsart hier unterbleiben.

Die Festigkeit der leicht gebauten Binnenschiffe, besonders der Lastschiffe ohne eigene Triebkraft, wird ferner beansprucht bei den ganz unvermeidlichen Stößen gegeneinander, gegen Ufer- und Schleusenmauern, gegen

Brückenpfeiler u. dgl.; außerdem beim Schleppen gegen starke Strömung, bei Grundberührungen und bei Fahrten im Eise. Schiffe mit eigener Triebkraft werden durch die Kraftmaschinen in Schwingungen versetzt, die wiederum starke Beanspruchungen des Schiffskörpers hervorrufen. Sie können durch zweckmäßige Anordnung und Aufstellung der Maschinen vermindert werden.

Die Eichung. Die Tragfähigkeit eines Schiffes ist, wie oben erwähnt, das Gewicht der Zuladung, die erforderlich wird, um das Schiff von der leichten Wasserlinie (Leergang, Leerlinie, Leerebene) auf die beladene Wasserlinie, d. i. die Ebene der größten zulässigen Tauchtiefe (Tiefladelinie) zu bringen. Die Größe dieses Gewichts stellt für alle Lastschiffe ihren Nutzwert dar und die einwandfreie Ermittelung und Feststellung der Tragfähigkeit ist sowohl für den Schiffseigner und den Verfrachter, wie für den Schleppunternehmer, der hiernach den Schlepplohn berechnet, ferner für die Abgabenerhebung auf Kanälen und in Häfen, sowie für die Schiffsversicherung u. dgl. von großer Bedeutung[1]. Die Tragfähigkeit eines Schiffes hängt von der Feststellung der Tiefladelinie, also von dem Freibord (S. 244) ab. Für die Größe des Freibords bestehen meistens schiffahrtpolizeiliche Vorschriften, die nachstehend erwähnt werden; außerdem werden zuweilen von den Gesellschaften, die die Versicherung der mit den Schiffen beförderten Waren übernehmen, besondere Bestimmungen und Bedingungen für dieses Maß vorgeschrieben.

Die Vermessung oder Eichung der Binnenschiffe wurde zuerst durch den Oktroivertrag der Rheinuferstaaten vom Jahre 1804 eingeführt, als die Rheinzölle nach dem Gewicht der Ladung erhoben werden sollten (S. 80). Später wurde die Vermessung zum gleichen Zweck auch für die Schiffe im Elbegebiet vorgeschrieben. Nach Aufhebung der Flußzölle blieb der Eichzwang in einigen Ländern, z. B. in Frankreich und Belgien, bestehen, in anderen, namentlich in Preußen und Elsaß-Lothringen, wurde er für die Erhebung der Kanal- und Schleusenabgaben usw. erforderlich.

Die älteren von den einzelnen Staatsregierungen erlassenen Vorschriften waren verschieden und mehr oder weniger ungenau, so daß auf den sogenannten internationalen Strömen für dasselbe Schiff in dem einen Staate eine größere und in dem anderen Staate eine kleinere Tragfähigkeit berechnet wurde. Die Unterschiede waren zuweilen sehr erheblich, bis zu 30 v. H. Die Schiffer erblickten meistens ihren Vorteil in dem kleineren Ergebnis wegen der Abgaben und Schlepplöhne, zuweilen auch in dem größeren, wenn sie ihre Schiffe vermieteten.

Im Rheingebiet war nach Abschaffung der Zölle der Eichzwang durch die neue Schiffahrtsakte von 1868 aufgehoben und jedem Schiffseigner freigestellt worden, ob er sein Fahrzeug eichen lassen wollte oder nicht. Da

1) Berichte von Schromm und Derome zum 7. internat. Schiff.-Kongreß in Brüssel 1898.

einzelne der beteiligten Staaten an der verlangten Eichung festhielten, führte der Wunsch nach einheitlichen Vorschriften auf Anregung der belgischen Regierung im Jahre 1896 zu internationalen Beratungen in Brüssel, an denen sich außerdem Deutschland, Frankreich und Holland beteiligten.

Man einigte sich darüber, daß die Eichung nach der Wasserverdrängung des Schiffes vorzunehmen sei. Da das gesamte Schiffsgewicht gleich dem Gewicht des von ihm verdrängten Wassers (in m^3 = Gewichtstonnen von je 1000 kg) ist, so erhält man das Gewicht der Ladung, wenn man das Gewicht des von dem leeren Schiffe verdrängten Wassers davon abzieht. Die Tragfähigkeit ergibt sich aus der auf der Außenhaut des Schiffes vorzunehmenden Berechnung des Raumes zwischen der größten, durch die schiffahrtpolizeilichen Vorschriften zulässigen Tauchung und der Tauchung des leeren Schiffes. Im Jahre 1898 wurde ein internationaler Vertrag dahin geschlossen, daß alle bestehenden Eichscheine dieser Länder im Jahre 1904 ihre Gültigkeit verlieren, daß die betreffenden Staaten unterdessen nach den vereinbarten Grundsätzen neue, möglichst übereinstimmende Vorschriften erlassen und daß die hiernach aufgestellten Eichscheine (certificats de jaugeage) von den anderen beteiligten Staaten anerkannt werden sollten.

Die gleichzeitig an der Elbe zwischen den deutschen Uferstaaten und Österreich gepflegten Verhandlungen führten zu einer übereinstimmenden Eichordnung, die für die deutschen Elbuferstaaten nach Zustimmung des Bundesrats im Jahre 1899 erlassen wurde. Das Verfahren besteht darin, daß die Schiffskörper außen von der leichten bis zur beladenen Wasserlinie mit mehreren Eichpegeln versehen und für jede Tiefertauchung um ein Zentimeter oder um ein Doppelzentimeter die entsprechende Mehrverdrängung in m^3 Wasser oder in Gewichtstonnen berechnet wird. Das Ergebnis der Berechnungen wird in einem Eichschein niedergelegt. Es sind daher folgende Arbeiten auszuführen:

1. Die Festsetzung der Leerlinie (Leerebene),
2. die Anbringung der Eichpegel (Tiefgangsanzeiger),
3. die Festsetzung der Freibordhöhe und der oberen Eichebene,
4. die Berechnung des Eichraums zwischen beiden Ebenen,
5. die Berechnung der Eichschichten von je 2 cm Höhe.

Zur Festsetzung der Leerlinie muß das Schiff mit allen erforderlichen Ausrüstungstücken sowie der erforderlichen Mannschaft und deren Vorräten beladen sein. Bei Dampfschiffen müssen die Kessel bis zur vorgeschriebenen Höhe mit Wasser gefüllt und die Kohlenbunker entleert sein. Nach Niederlegung der Masten und Schornsteine wird das Schiff in ruhiges Wasser und in eine genau senkrechte Schwimmlage gebracht. Sehr steuerlastige Schiffe sind durch Verschieben der an Bord befindlichen Gewichte möglichst gleichlastig zu machen. Die Höhe des Bodenwassers im Schiffsraum soll an der tiefsten Stelle bei hölzernen Schiffen nicht mehr als 5 cm, bei hölzernen Schiffen mit eisernen Spanten und bei eisernen Schiffen mit hölzernem Boden

nicht mehr als 3 cm betragen. Eiserne Schiffe müssen möglichst frei von jedem Bodenwasser gemacht werden. Die Leerlinie wird dann an jeder Seite des Schiffes, vorne, in der Mitte und hinten durch Leermarken bezeichnet. Dazu dienen bei hölzernen Borden verzinkte eiserne Klammern (8 cm lang, 2 cm hoch und 2 bis 3 mm stark), die so eingeschlagen werden, daß die Unterkanten in die Leerlinie fallen. Bei eisernen Borden dienen je 5 Körnerschläge in je 3 cm Entfernung dazu, deren Mittelpunkte in der Leerlinie liegen.

Über jeder Leermarke wird ein Eichpegel angebracht — also sechs Stück —, deren Nullpunkte alle in einer wagerechten Ebene liegen sollen, die durch den tiefsten Punkt des Schiffsbodens gelegt wird. Die beiden mittschiffs angebrachten Eichpegel reichen bis zur oberen Eichebene, die anderen 20 cm höher hinauf. Die Teilung wird nach Metermaß genau senkrecht übertragen, wobei zur Markierung jedes zehnten Zentimeters an hölzernen Schiffen eiserne Eichnägel (2 cm lang mit kegelförmigem Kopf von 1,2 cm Durchmesser), bei eisernen Schiffen dagegen wieder Körnerschläge angewendet werden. Die Eichpegel werden später mit Ölfarbe wie andere Pegel schwarz auf weißem Grunde mit Einteilung von Doppelzentimetern gemalt. Die vordersten und hintersten Eichpegel sollen etwa um $^1/_6$ der Schiffslänge vom Vor- und Hintersteven entfernt sein.

Die Freibordhöhe soll bei Schiffen bis zu 15 Tonnen Tragfähigkeit 15 cm, bei allen größeren Schiffen 25 cm betragen[1]). Wenn die Tragfähigkeit eines Schiffes bei 25 cm Freibord nur 15 t oder weniger beträgt, bei 15 cm Freibord aber mehr als 15 t, so soll eine Freibordhöhe von 15 cm als genügend angesehen werden. Die obere Eichebene, also die Ebene der größten zulässigen Eintauchung, ist mithin in die Freibordhöhe zu legen. Wichtig ist die Frage, von welchem Punkte des Schiffes das Maß von 15 oder 25 cm abzusetzen ist. Im allgemeinen ist dies der tiefste Punkt der Bordoberkante, des Schandecks, des Stringers oder des etwa noch fest aufgesetzten durchlaufenden Winkels. Bei Schiffen mit festem Deck wird ein wasserdicht aufgesetztes Luksüll oder ein Tennebaum in die Bordhöhe eingerechnet; jedoch darf die obere Eichebene niemals höher liegen als der Stringer oder das Schandeck. Ein »festes Deck« ist bei Luksüllen nur anzunehmen, wenn der Laderaum mehr als zur Hälfte mit einem festen Deck versehen ist. Bei Dampfschiffen ist die Freibordhöhe vom tiefsten Punkte der am tiefsten liegenden Fensteröffnung abwärts zu messen.

Als Eichraum gilt der Raum, der von der Leerebene, der oberen Eichebene und den dazwischen liegenden Außenseiten der Bordwände begrenzt wird. Zur Feststellung seiner Größe wird in halber Höhe zwischen den vorgenannten Ebenen noch eine dritte wagerechte Ebene, die »mittlere Einsenkungsebene«, gelegt. Zur Berechnung werden durch die Enden der Leer-

1) Der Verband der Vereinigten Transportversicherungsgesellschaften für die östlichen deutschen Wasserstraßen, über den unten Näheres mitgeteilt werden wird, verlangt eine Freibordhöhe von 39 cm.

ebene vorne und hinten zwei senkrechte Querschnitte, rechtwinklig zur Längsachse des Schiffes gelegt. Es werden dann zuerst die Flächeninhalte der Einsenkungsebenen des so gebildeten mittleren Eichraums ermittelt. Dazu wird seine Länge zwischen den vorbezeichneten Querschnitten gemessen und in eine gerade Anzahl gleicher Teile (m) zerlegt, die bei einer ganzen Länge bis zu 20 m nicht größer als 3 m, bei einer größeren Länge nicht größer als 5 m sein sollen. In allen diesen Teilpunkten sowie an den Enden werden die Breiten der drei Ebenen senkrecht zur Mittellinie gemessen, indem man außen die Längen x, y, z auf einer Schiffseite mißt und ihre doppelte Länge von der Gesamtbreite B (Abb. 24) abzieht. Der Flächeninhalt jeder Ebene in m² ist dann nach der Gleichung:

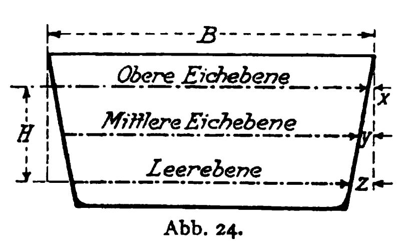


Abb. 24.

$$F = \frac{m}{3}(a + 4 \cdot b + 2 \cdot c + 4 \cdot d + 2 \cdot e + \ldots + 2 \cdot p + 4q + r)$$

zu berechnen, wobei a bis r die gemessenen Breiten und m den Abstand je zweier Breiten bezeichnen. Es bleibt noch der Flächeninhalt der im Vorder- und Hinterteil gelegenen Abschnitte der oberen und der mittleren Einsenkungsebene zu berechnen. Die entsprechenden Maße x und y werden von dem Vor- und Hintersteven in der Mittellinie des Schiffes gemessen, gleichzeitig auch die Breiten der Steven, falls das Schiff nicht scharf gebaut ist. Wenn diese Flächen Dreiecke oder Trapeze sind, wird ihr Inhalt nach bekannten Regeln ermittelt. Sind die Seitenwände gekrümmt, so wird noch je eine mittlere Breite gemessen und dann der Flächeninhalt wie oben nach der Gleichung $F = \frac{m}{3}(a + 4b + c)$ berechnet. Wenn auf diese Weise der gesamte Flächeninhalt der oberen Eichebene (O), der mittleren Einsenkungsebene (M) und der Leerebene (L) ermittelt ist, ergibt sich der kubische Inhalt des ganzen Eichraums (E) in m³ aus der Gleichung: $E = \frac{H}{6}(O + 4M + L) =$ Tragfähigkeit[1]).

Der zwischen der oberen Eichebene und der mittleren Einsenkungsebene gelegene Teil des ganzen Eichraums oder die obere Eichschicht ist $= \frac{H}{4}(O + M)$ und die untere Eichschicht $= E - \frac{H}{4}(O + M)$.

Für jedes geeichte Schiff ist ein Eichschein auszufertigen, der für jede zur Leerebene gleichlaufende Eintauchung um je 2 cm, von der Leerebene bis zur oberen Eichebene, das Ladungsgewicht in Tonnen angibt. Zur Ermittelung dieses Gewichts wird sowohl der Rauminhalt der oberen wie der unteren Eichschicht durch die halbe Anzahl der Zentimeter ihrer Höhe geteilt. In der

1) Diese einfache Formel war schon 1888 von dem Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt vorgeschlagen worden.

Regel ist also das Gewicht einer 2 cm hohen Eichschicht in der oberen oder in der unteren Eichschicht von einander verschieden. Wenn die Eintauchung nicht mit einer Marke des Eichpegels zusammenfällt, sondern zwischen zwei Marken liegt, so ist sie bis auf 2 cm festzustellen, wobei Maße unter 1 cm unberücksichtigt bleiben, größere aber als 2 volle Zentimeter angenommen werden.

Ist die Eintauchung nicht an sämtlichen sechs Eichpegeln gleich groß, so wird die Summe der Angaben von allen 6 Pegeln durch 6 geteilt und gilt die gefundene Zahl als Eintauchung des Schiffes.

Um das geeichte Schiff unzweifelhaft wiederzuerkennen, werden besondere *Erkennungsmaße* aufgenommen und in den Eichschein eingetragen. Dies sind die senkrechten Abstände der oberen Bordkante von den obersten Marken der sechs Eichpegel. Ferner wird neben jeder Leermarke und neben dem höchsten Punkte jedes Eichpegels das *Eichzeichen* angebracht. Dies geschieht durch einen Stempel, der bei hölzernen Schiffen eingebrannt und bei eisernen eingeschlagen wird. Er ist kreisrund, enthält oben ein E als Abkürzung für den Strom (Elbe), darunter links ein P oder S oder H usw. als Abkürzung für den Staat (Preußen, Sachsen oder Hamburg usw.) und rechts den durch den ersten und den letzten Buchstaben abgekürzten Ort der Eichbehörde (Dn für Dresden, Mg für Magdeburg usw.). Die Buchstaben in lateinischer Schrift sollen 1 cm hoch sein. Außerdem ist außen am Schiffe eine *Inschrift* anzubringen — in der Regel an beiden Seiten des Bugs —, die in deutlich lesbarer Schrift von mindestens 15 cm Höhe außer den Angaben des Eichzeichens die Tragfähigkeit (auf ganze Tonnen abgerundet) und darunter die Nummer angibt, unter der das Schiff in dem Verzeichnis der Eichbehörde eingetragen ist, in nebenstehender Form.

322 T	E.
N. 28	P. Mg.

Diese Inschrift ist schwarz auf weißem Grunde oder weiß auf schwarzem Grunde aufzumalen. Um die Richtigkeit der Angaben des Eichscheins wieder festzustellen, sind *Eichprüfungen* vorgesehen, die bei hölzernen Schiffen alle fünf Jahre, bei eisernen Schiffen (mit eisernen oder hölzernen Böden) alle zehn Jahre vorgenommen werden sollen. Ferner soll eine Eichprüfung spätestens drei Monate nach Vollendung jedes Umbaus, nach jeder größeren Ausbesserung und nach jeder Beschädigung oder Beseitigung der Leermarken oder Eichzeichen ausgeführt werden.

Die *Gebühren* für die Eichung und die Ausstellung des Eichscheins betragen:

1. Bei der ersten und jeder wiederholten vollständigen Eichung für jede Tonne Tragfähigkeit 5 Pfennig, mindestens aber 2 Mark. Eichklammern und Nägel liefert die Eichbehörde umsonst und bringt auch die Inschrift an, während die Kosten für die Anbringung der Eichpegel vom Schiffseigner zu tragen sind.
2. Bei einer nur zur Erneuerung der Eichklammern oder des Eichscheins führenden Eichprüfung ist die Hälfte der Gebühr zu zahlen.
3. Für eine weder zur Neueichung noch zur Erneuerung der Eichklammern oder des Eichscheins führenden Eichprüfung ist nichts zu zahlen.

4. Wenn die Eichung oder Eichprüfung auf Antrag nicht am Sitz der Eichbehörde vorgenommen wird, hat der Schiffseigner einen geeigneten Platz zur Verfügung zu stellen und außer den Gebühren die der Eichbehörde erwachsenden baren Auslagen zu zahlen.
5. Bis die Gebühren und Kosten gezahlt sind, kann die Aushändigung des Eichscheins verweigert werden.

Als Eichbehörden sind meistens staatliche Wasserbaubehörden, als oberste Prüfungsbehörde für die deutschen Eichbehörden ist das Kaiserliche Schiffsvermessungsamt in Berlin bestellt. Dieses ist befugt, den Eichbehörden hinsichtlich der Handhabung der Eichordnung technische Anweisungen zu geben, die Aufzeichnungen und Berechnungen einzusehen und die Abstellung der gefundenen Mängel herbeizuführen. Sie liefert auch die zur Eichung erforderlichen Meßwerkzeuge.

Der Eichschein enthält:

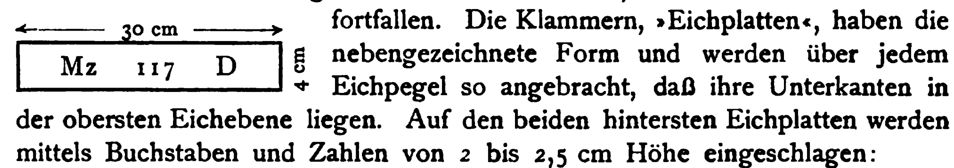
1. Hauptangaben: die Tragfähigkeit in Tonnen, die Zeitdauer der Gültigkeit der Eichung, die Nummer in dem Verzeichnis der Eichbehörde und die Zeitdauer der Gültigkeit der Eichprüfung.
2. Schiffsbeschreibung: Bauart, Hauptbaustoff, Art der Eindeckung, die größte Länge des Schiffes (ohne Steuer) über alles gemessen und die größte Breite einschließlich der Scheuerleisten.
3. Erkennungsmaße: die senkrechten Abstände der Bordoberkanten von den obersten Marken der 6 Eichpegel.
4. Grundmaße der Eichung: die Höhe der oberen Eichebene über dem Nullpunkt der Eichpegel (Ladetiefe), die Höhe der Leerebene über diesem Nullpunkt (Leertiefe) und die Höhe des Eichraums.
5. Ergebnisse der Eichprüfung: den Abstand des tiefsten Punktes des Schiffsbodens unter dem Nullpunkt eines der Eichpegel, den durchschnittlichen senkrechten Abstand der Leermarken von der wirklichen Leerebene.
6. Aufgemessene Längen und Breiten der mittleren Abteilung des Eichraums und der vorderen und hinteren Teile der mittleren Einsenkungsebene und der oberen Eichebene.
7. Völligkeitsgrad des Eichraums.
8. Nachweis der Tragfähigkeit für je 2 cm Mehrtauchung fortschreitend von der Leerebene bis zur oberen Eichebene in Tonnen.

Diese Eichordnung ist keine Polizeivorschrift, es wird kein Zwang zur Eichung ausgeübt. Es ist aber darin die Bestimmung enthalten, daß alle älteren Meßbriefe und Eichscheine zwei Jahre nach der Einführung der neuen Ordnung ungültig werden und den öffentlichen Glauben verlieren. Außerdem ist vorgesehen, daß, wenn die regelmäßige oder von der Polizeibehörde beantragte Eichprüfung unterbleibt, die bewirkte Eichung ungültig und der Eichschein eingezogen wird. Wird er nicht abgeliefert, so ist die Ungültigkeit bekannt zu machen. Es ist also jedem Schiffseigner überlassen, bei einer beliebigen Eichbehörde den Antrag auf Eichung oder Eichprüfung zu stellen oder nicht. Andererseits bestehen aber für den Verkehr auf Wasserstraßen, wo Schiffahrtabgaben erhoben werden, gewisse Vorschriften, nach denen die Eichung für den Schiffer notwendig oder doch vorteilhaft ist, weil die Abgaben meistens nach der Ladung oder nach der Tragfähigkeit berechnet werden.

Die vorstehend mitgeteilte Eichordnung für die Elbe ist gleichlautend im Jahre 1900 auch für die Weser und alle östlichen preußischen Wasserstraßen eingeführt worden.

Im Rheingebiet wurde im Anschluß an den Brüsseler Vertrag von 1898 (S. 251) von den Staaten Baden, Baiern, Elsaß-Lothringen, Hessen und Preußen im Jahre 1900 eine gleichlautende »Eichordnung für die Rheinschiffe« erlassen, die 1902 auch von Württemberg angenommen wurde. Die wesentlichen Unterschiede von der Eichordnung für die Elbe sind folgende:

Die Freibordhöhe wird von der »Schiffsuntersuchungskommission« für jedes Schiff unter Berücksichtigung der schiffahrtpolizeilichen Vorschriften festgesetzt, die im allgemeinen für Schiffe ohne festes Deck oder ohne festen Tennebaum 30 cm Freibord verlangen. Die so bestimmte oberste Eichebene wird durch Einsenkungsklammern bezeichnet, während die Leermarken



fortfallen. Die Klammern, »Eichplatten«, haben die nebengezeichnete Form und werden über jedem Eichpegel so angebracht, daß ihre Unterkanten in der obersten Eichebene liegen. Auf den beiden hintersten Eichplatten werden mittels Buchstaben und Zahlen von 2 bis 2,5 cm Höhe eingeschlagen:

1. Die Erkennungsbuchstaben des Eichamts (Mm = Mannheim, Sr = Speyer, A = Aschaffenburg, W = Würzburg, St.R = Straßburg, Mz = Mainz, RS.Cz = Koblenz, RS.C = Köln, RS.D = Duisburg, RS.R = Ruhrort und Hn = Heilbronn).
2. Die Ordnungsnummer der Eintragung in die Liste des Eichamts.
3. Der Erkennungsbuchstabe des Landes (D = Deutschland).

Diese Angaben sind auch in die Bordwand des Vorschiffs auf der Steuerbordseite, etwa in Höhe der Eichplatte, einzuhauen und außerdem auf dem Hinterteil steuerbordseits in mindestens 15 cm hohen lateinischen Buchstaben und arabischen Ziffern deutlich erkennbar aufzumalen.

Die Eichpegel (Eichskalen) werden ähnlich wie bei der Elbe an der Schiffswand bezeichnet; aber ihr Nullpunkt liegt nicht in der durch den tiefsten Punkt des Bodens gelegten wagerechten Ebene, sondern in der Leerebene. Da die großen eisernen Rheinschiffe meistens im leeren Zustande steuerlastig sind und durch Verschieben der an Bord befindlichen Gewichte nicht in eine angenähert wagerechte Lage gebracht werden können, so wird von der Schiffsuntersuchungskommission die zulässige größte Eintauchung dadurch bestimmt, daß an jedem Eichpegel die zulässige »Ladehöhe« festgesetzt und durch die Eichplatte bezeichnet wird. Diese Ladehöhen sind bei steuerlastigen Schiffen an den vorderen Eichpegeln meistens größer als bei den hinteren und die oberste Eichebene (»tiefste Einsenkungsebene«) ist nicht gleichlaufend (parallel) mit der Leerebene. Schiffe von weniger als 40 m Länge erhalten nur 4 Eichpegel, die etwa in den Endpunkten des ersten und zweiten Drittels der Schiffslänge angebracht werden.

Für die Berechnung des Eichraums gibt die Brüsseler Übereinkunft etwas andere Vorschriften. Der Eichraum wird (von der Leerebene beginnend) durch wagerechte Ebenen in Eichschichten von einem Dezimeter Höhe geteilt. Wenn es jedoch die Formen des Schiffes gestatten, können

mehrere Schichten für die Berechnung vereinigt werden. Der Rauminhalt jeder Eichschicht ergibt sich durch Multiplikation ihrer Höhe mit der halben Summe der Flächeninhalte der sie begrenzenden oberen und unteren Einsenkungsebenen. Teilt man den Inhalt einer Eichschicht durch die ihre Höhe bezeichnende Zahl von Zentimetern, so erhält man die Wasserverdrängung des Schiffes für jedes Zentimeter der Eintauchung dieser Eichschicht. Entsprechend diesen Anordnungen wird die Tragfähigkeit im Eichschein nur für jedes Dezimeter Mehrtauchung von der Leerebene bis zur obersten Eichebene angegeben und die Tragfähigkeit für die einzelnen Zentimeter ist durch einfache Berechnung hinzuzusetzen.

Der Eichschein enthält eine ausführliche Zusammenstellung des Gewichts der bei der Eichung auf dem leeren Schiff befindlichen Gegenstände (Ausrüstung, Einrichtungsgegenstände, Vorräte) und der Bemannung. Ferner sind für das Vor-, Mittel- und Hinterschiff die an den Eichpegeln festgestellten Maße für die »Bodentiefe« (Tauchtiefe oder Einsenkungstiefe des leeren Schiffes), für die Ladehöhe und für den Freibord aufgeführt. Auch ist eine Handskizze beigegeben, aus der die Form des Schiffes und die Lage der Querschnitte mit den wichtigsten Abmessungen ersichtlich ist.

Eichprüfungen in bestimmten Zeiträumen sind nicht vorgeschrieben. Sie finden aber auf Antrag des Schiffseigners statt. Ein neuer Eichschein wird nur ausgestellt, wenn das Ergebnis über 1 v. H. von der ersten Eichung abweicht. Der Eichschein verliert seine Gültigkeit, wenn ein Umbau oder eine wesentliche Änderung des Schiffes oder eine Veränderung in der Höhe der Leerebene stattgefunden hat.

Auch die Gebühren sind anders festgesetzt. Es sind zu zahlen:

für Schiffe		. . . .		bis zu	50 t	Tragfähigkeit	6	Mark
»	»	von	50,1	bis	100 »	»	15	»
»	»	»	100,1	»	200 »	»	25	»
»	»	»	200,1	»	300 »	»	30	»
»	»	»	300,1	»	400 »	»	35	»
»	»	»	400,1	»	500 »	»	40	»
»	»	»	500,1	»	750 »	»	50	»
»	»	»	750,1	»	1000 »	»	60	»
»	»	»	1000,1	»	1500 »	»	70	»
»	»	. . . .		über	1500 »	»	80	»

Dampfschiffe haben einen Zuschlag von 10 Mark zu zahlen. Wenn bei der Eichprüfung ein neuer Eichschein nötig ist, ist die volle Gebühr, anderenfalls nur die halbe zu entrichten.

In Holland ist im Juli 1899 eine entsprechende Verordnung erlassen. Ein Unterschied besteht gegen die deutsche hinsichtlich der Festsetzung der obersten Eichebene und der Freibordhöhe. Während bei den gedeckten Lastschiffen ohne eigene Triebkraft die Bestimmungen der Rheinschiffahrtpolizeiordnung maßgebend sind, wird bei Dampfschiffen die oberste Eichebene durch die Unterseite der Fensterlöcher in der Bordwand und bei offenen Schiffen durch den niedrigsten Punkt der festen Bordwand gelegt. Dadurch ergibt sich im letzteren Falle eine verhältnismäßig größere Tragfähigkeit.

Auch die Gebührenordnung ist etwas anders gestaffelt, aber nicht wesentlich verschieden.

Die an den niederländischen Rheinwasserstraßen gelegenen Eichämter sind Rotterdam (R), Amsterdam (Am), Utrecht (U), Dortrecht (D) und Arnhem (Ah).

Für die Kanalschiffe in Elsaß-Lothringen ist im Jahre 1900 eine Eichordnung erlassen, die der Brüsseler Übereinkunft entspricht. Abweichend von den Vorschriften am deutschen Rhein und in Holland gilt als Eichraum »der zwischen den Außenflächen der Schiffswandungen liegende Raum, der oben von der Ebene der tiefsten zulässigen Eintauchung und unten von der wagerechten Ebene begrenzt wird, die durch den tiefsten Punkt der äußeren Fläche des Schiffsbodens geht«. Der Inhalt dieses Eichraums ist mithin nicht die Tragfähigkeit, sondern die ganze Verdrängung, von der man das tote Gewicht (Eigengewicht, Ausrüstung, Bemannung und deren Vorräte, Leckwasser usw.) oder die Verdrängung beim Leergang abziehen muß, um die Tragfähigkeit zu erhalten. Um die Eichschichten in bequemer Weise auch im untersten Teil zu messen, werden alle schweren Ausrüstungstücke u. dgl. vom Schiffe genommen, damit es möglichst flach schwimmt. Die Messungen werden dann wie am Rhein vorgenommen, indem man zwei senkrechte Ebenen rechtwinklig zur Längsachse durch das Schiff legt und so jede wagerechte Schnittebene in Dezimeterabstand in drei Teile: Vor-, Mittel- und Hinterschiff zerlegt, deren Flächeninhalte einzeln ermittelt werden. Der Inhalt der Eichschichten wird für jedes Dezimeter Eintauchung berechnet, sowie auch von Zentimeter zu Zentimeter für einige Zentimeter oberhalb und für einige Zentimeter unterhalb der »normalen Leerebene«. Die letztere wird dazu ebenso wie am Rhein ermittelt, nachdem das ganze tote Gewicht wieder hergestellt ist. Man ist auf diese Weise in der Lage, auch bei verändertem Leergang die Tragfähigkeit genau berechnen zu können.

Die Freibordhöhe muß bei den elsaß-lothringischen Kanälen 0,1 m betragen. In dieser Höhe sind die Eichplatten beiderseits mittschiffs anzubringen. Sie entsprechen genau denen am Rhein und tragen als Abkürzung des Eichamtes die Buchstaben St.K (Straßburg, Kanalschiff). Es werden 4 Eichpegel angebracht, deren Nullpunkte in der Ebene des tiefsten Punktes des äußeren Schiffsbodens liegen. Bei Holzschiffen bestehen die Pegel aus 5 cm breiten, von der Verwaltung gelieferten Metallstreifen, in die die Teilung eingearbeitet ist. Diese Pegelbänder werden um einige Millimeter in das Holz eingelassen und mit kupfernen oder verzinkten eisernen Nägeln befestigt. Bei eisernen Schiffen wird die Teilung durch Körnerschläge in 20 cm Höhenabstand bezeichnet und dann in Ölfarbe gemalt.

Die Erkennungszeichen (Eintragungsmarken) werden mit Ölfarbe auf dem Schiffshinterteil aufgemalt, sowie binnenbords an besonders geeigneten Stellen des Stevens eingebrannt oder eingeschlagen.

Die Eichscheine und die Eintragungen entsprechen den Vorschriften am Rhein. Im Eichschein ist der lotrechte Abstand zwischen dem tiefsten

Punkt des Schiffsbodens und der Leerebene angegeben, sowie die Zunahme der Wasserverdrängung von Dezimeter zu Dezimeter oder von Zentimeter zu Zentimeter über der Leerebene und einige Zentimeter unter ihr.

Durch die Polizeiordnung ist vorgeschrieben, daß alle Schiffe von mindestens 50 t Ladefähigkeit geeicht werden müssen.

Die in Frankreich im Jahre 1899 entsprechend der Brüsseler Übereinkunft eingeführten Vorschriften über die Eichung (jaugeage) und Eintragung (immatriculation) aller Schiffe weicht von den Bestimmungen in Elsaß-Lothringen nur wenig ab. Für die Freibordhöhe besteht kein einheitliches Maß: Es schwankt auf den einzelnen Wasserstraßen. Die Bestimmung der Leerebene und die Berechnung der Eichschichten ist die gleiche; unter der Leerebene wird die Berechnung noch auf 1 Dezimeter Höhe durchgeführt und in dem Eichschein für jedes Zentimeter angegeben. Die Eichpegel für Holzschiffe bestehen aus Kupferstreifen. Bei Schiffen über 40 m Länge sind deren sechs vorgeschrieben, die in 2—5 und 10 cm eingeteilt sind. Alle Schiffe sind zur Eichung und Eintragung verpflichtet; es werden aber von französischen Schiffen keine Gebühren erhoben. Wenn ausländische Schiffe neu geeicht werden, so werden die Gebühren nicht höher berechnet, als in der Heimat des betreffenden Schiffseigners. Dorthin wird auch die Eichverhandlung übersandt.

Das amtliche Verfahren ist anders als in Deutschland. Die 84 in Frankreich bestehenden Eichungstellen sind 12 Oberingenieuren (Ingénieur en chef) unterstellt, bei denen die Schiffsregister geführt werden. Der Amtsitz dieser Oberingenieure wird durch bestimmte Buchstaben nebst der Eintragungsnummer auf den Eichplatten vermerkt. Der Antrag auf Eichung geht an den Oberingenieur und dieser bestimmt die für das Schiff nächstgelegene Eichungstelle. Wenn nach größeren Ausbesserungen eine neue Eichung nötig ist, kann sie von jeder beliebigen Eichungstelle ausgeführt werden; der neue Eichschein wird auf Grund des übermittelten Eichprotokolls jedoch wieder von dem Oberingenieur ausgestellt, bei dem das Schiff ursprünglich eingetragen war. Es bleibt mithin stets in seinem Register. Dies Verfahren scheint zweckmäßiger als das deutsche zu sein.

In Belgien bestehen annähernd die gleichen Vorschriften für die Eichung wie in Frankreich.

Für eine unbeschränkte Freizügigkeit der Schiffe und gegenseitige Anerkennung der Eichung ist nicht nur innerhalb Deutschlands, sondern auch im Verkehr mit den benachbarten Staaten: Holland, Belgien und Frankreich ausreichend gesorgt. Die betreffenden Zentralbehörden und die Eichbehörden stehen miteinander stets in Verbindung behufs Berichtigung ihrer Eichregister und der Überwachung der Eichungen und Eichprüfungen.

Für den Dortmund-Ems-Kanal ist im Jahre 1901 eine Eichordnung erlassen, die in vielen Punkten mit den deutschen Vorschriften für den Rhein übereinstimmt, in mancher Beziehung aber den Anordnungen der Eichordnung für die östlichen Wasserstraßen entspricht. Wie am Rhein liegen die

Nullpunkte der Eichpegel (Eichskalen) in der Leerebene und die Berechnung des Eichraums erfolgt zunächst in Schichten von je einem Dezimeter Höhe. Aber die Lage der oberen Begrenzung des Eichraums durch die oberste Eichebene (»Ebene der zulässigen größten Einsenkung«) wird durch die polizeilich vorgeschriebene Freibordhöhe wie auf den östlichen Wasserstraßen bestimmt. Sie beträgt für offene Schiffe 20 cm und für gedeckte 15 cm. Mittschiffs wird diese tiefste zulässige Einsenkung auf beiden Seiten durch je eine Eichplatte bezeichnet, die wie am Rhein eingerichtet ist. Die Erkennungsbuchstaben der Eichbehörden sind D.E.K., mit darunter gesetztem D (Dortmund), M (Meppen) oder E (Emden). Ferner ist auf den Eichplatten außer den Ordnungsnummern und dem Buchstaben D für Deutschland noch die ermittelte Tragfähigkeit (wie auf den östlichen Wasserstraßen) vermerkt.

Die Leerebene wird am Schiffe durch Leermarken (Eichklammern oder Körnerschläge) wie bei der Elbe bezeichnet.

Der Eichschein entspricht vollkommen den Vorschriften für den Rhein; die Tragfähigkeit wird jedoch wie bei der Elbe für die um je 2 Zentimeter zunehmende Eintauchung berechnet. Die Eichprüfungen und Gebühren sind wie am Rhein geregelt.

Während bei allen nach der Brüsseler Übereinkunft erlassenen Eichordnungen einschließlich der für den Dortmund-Ems-Kanal eine sehr sorgfältige Berechnung des Eichraums durch Zerlegung in Schichten von je 0,1 m Höhe erfolgt, hat man sich, wie wir gesehen haben, bei der Weser und allen östlichen preußischen Wasserstraßen mit der Berechnung von nur 2 Schichten (obere und untere Eichschicht) begnügt. Man ist dabei von der Ansicht ausgegangen, daß für diese verhältnismäßig niedrigen und leicht gebauten Schiffe die große im Rheingebiet angewendete Sorgfalt besonders in Rücksicht auf ihre starke Durchbiegung in beladenem Zustande entbehrlich ist.

Bei der für die österreichische Donau im Jahre 1898 erlassenen Eichordnung ist man in der Vereinfachung der Berechnung noch weiter gegangen. Ähnlich wie bei der Eichordnung für die Elbe wird die Leerlinie (»untere Tauchungsebene«) durch eiserne Klammern und die Freibordhöhe (»obere Tauchungsebene«) im Abstande von 24 cm vom niedrigsten Punkte der Bordwand durch die 10 cm lange Unterkante eines rechteckigen Eichstempels bezeichnet, der abgekürzt die Eichbehörde, die Nummer des Eichscheins und das Jahr der Eichung trägt.

Die Berechnung des Inhalts des Eichraums zwischen den beiden oben genannten Tauchebenen geschieht mittels einer mittleren Schwimmebene, die in halber Höhe wagerecht gelegt wird. Die Länge dieser Ebene wird gemessen und in 6 gleiche Teile zerlegt. In den Teilpunkten werden die Breiten in ähnlicher Weise wie bei der Elbe (vgl. die Maße y auf Abb. 24) gemessen und dann der Inhalt des Eichraums oder die Tragfähigkeit (T) nach der Gleichung

$$T = \frac{1}{3} \cdot l \cdot H[b_0 + b_6 + 4(b_1 + b_3 + b_5) + 2(b_2 + b_4)]$$

berechnet, worin l den sechsten Teil der Länge der mittleren Ebene, H den Abstand der oberen von der unteren Tauchebene und b_0 bis b_6 die gemessenen Breiten bedeuten. Eichpegel werden nicht angebracht. Auch Eichprüfungen werden nur nach Umbauten und Ausbesserungen, auf behördliche Anordnung oder auf Antrag des Schiffseigners vorgenommen. Die Gebühren betragen bei einer Tragfähigkeit von 50 Tonnen 4 Kronen und steigen auf 14 Kronen bei 300 Tonnen. Schiffe von mehr als 300 Tonnen haben 20 Kronen zu zahlen.

Der Eichschein enthält die oben erwähnten Messungszahlen und die ermittelte Tragfähigkeit in Tonnen, außerdem Namen und Wohnort des Eigentümers und Erbauers, Zeit und Ort der Eichung, sowie die Ausrüstung und Bemannung während der Eichung.

Diese sehr einfache Art der Vermessung wurde früher im Königreich Sachsen angewendet und scheint für leichte, offene, hölzerne Schiffe von geringer Größe ausreichend genau zu sein. Die österreichische Eichordnung gilt auch nur für hölzerne Donauschiffe. Für die eisernen Lastschiffe, die ausschließlich den großen Dampfschiffahrtgesellschaften gehören, hat man von einer polizeilich vorgeschriebenen Eichung abgesehen und begnügt sich mit den beim Bau der Schiffe aufgestellten Lastenmaßstäben, wie sie oben (S. 246) beschrieben wurden.

Das Gewicht der jeweiligen Ladung des Schiffes soll aus der Ablesung der Eichpegel festgestellt werden. Wenn man selbst annimmt, daß die Leerebene, also das tote Gewicht, seit der Eichung unverändert geblieben ist, so wird das Schiff doch in der Regel nicht in einer wagerechten Wasserlinie schwimmen, d. h. die Ablesungen an den Eichpegeln werden verschieden sein. Dazu kommt die bei allen beladenen Schiffen mehr oder weniger beträchtliche Durchbiegung nach unten. Wenn man nach deutscher Vorschrift aus den Ablesungen an den 6 Pegeln das arithmetische Mittel bildet, so wird nach dem Eichschein sich die Ladung in der Regel zu klein ergeben.

Es kommt ferner auf die Genauigkeit der Ablesung an, die selbst bei ruhigem Wasserspiegel an den nach Doppelzentimetern eingeteilten Eichpegeln kleinere Teile als ein Zentimeter in der Regel nicht mit Sicherheit schätzen kann. Der einer solchen Schicht von 1 cm Höhe entsprechende Ladungsteil ergibt sich aus der nachstehenden Tafel, wobei für den Völligkeitsgrad der obersten Wasserlinie (α) ein durchschnittlicher Wert eingesetzt worden ist.

Das Gewicht der Ladung kann also durch Ablesen der Eichpegel nur angenähert festgestellt werden und die etwa für die Erhebung von Abgaben und Gebühren hierauf gegründeten Tarife müßten innerhalb dieser Genauigkeitsgrenzen abgestuft werden.

Auch bei der Verwendung der Gewichtsangaben der Eichscheine zu anderen Zwecken wird es sich empfehlen, stets das Ergebnis angemessen abzurunden, damit man sich und andere nicht hinsichtlich der Genauigkeit täuscht.

Art des Schiffes	Länge m	Breite m	Völligkeitsgrad α	Gewicht einer 1 cm hohen Schicht t
Flämische Penische. . . .	38,5	5,0	0,99	1,90
Finowschiff	40,0	4,6	0,92	1,69
Oderschiff.	55,0	8,0	0,90	4,06
Dortmund-Ems-Kanalschiff.	67,0	8,2	0,92	5,05
Großes Elbschiff	75,0	10,6	0,91	7,23
Großes Rheinschiff	87,0	11,0	0,90	8,61

Schließlich kommt man mit Schromm[1]) rückwärts zu der Überzeugung, daß das überaus sorgfältige aber umständliche Eichungsverfahren, wie es im Rheingebiet und in Frankreich üblich ist, ohne Nachteil vereinfacht werden könnte. Die Eichung von Schlepp- und Personendampfern scheint überflüssig.

Es muß noch auf den Unterschied von Flußwasser und Seewasser hingewiesen werden. Da das letztere schwerer ist, so ist bei gleichem Schiffsgewicht der Rauminhalt der Verdrängung kleiner als im Flußwasser. Schiffe mit derselben Ladung werden also im Seewasser weniger tief eintauchen als im Flußwasser. Unter Umständen ist der Unterschied beträchtlich. Ein mit 1810 t beladenes Rheinschiff mit 2,27 m Tauchtiefe bei Köln wird in Antwerpen nur einen Tiefgang von etwa 2,24 m haben, was nach der Eichung einen Gewichtsunterschied von etwa 28 t ergeben würde. Auf der Rückfahrt tritt das Umgekehrte ein: Das Schiff wird auf dem Rhein etwa 3 cm tiefer eintauchen.

Die bisher beschriebene Vermessung der Schiffe nach der Wasserverdrängung ist heute bei der Binnenschiffahrt fast allgemein üblich, während die Vermessung nach dem Raumgehalt bei allen Seeschiffen die Regel bildet. Sie war früher in Holland und ist wohl heute noch in Nordamerika und in einigen anderen Ländern auch bei der Binnenschiffahrt im Gebrauch. Bei dieser Vermessung wird der zur Verfügung stehende Schiffsraum von innen, unter Deck und in den festen Aufbauten über Deck ermittelt. Das Ergebnis in Körpermaß heißt der Brutto-Raumgehalt. Von diesem werden die Räume für die Schiffsmannschaft, für die Lenkung des Schiffes, für die Maschinen und Kessel in Abzug gebracht und man erhält dann den Netto-Raumgehalt. Über diese Abzüge bestehen in den verschiedenen Ländern abweichende Vorschriften, die häufig zu Streitigkeiten führen. Vorteilhaft ist diese Vermessung, weil sie auf die Freibordhöhe keine Rücksicht zu nehmen hat. Die Berechnung erfolgt nach Kubikmetern, die dann auf Registertonnen umgerechnet werden: $1 m^3 = 0,353$ Reg.-Ton.; 1 Reg.-Ton. $= 2,832 m^3$. (Für Raumgehalt sagt man auch Tonnengehalt oder Tonnage.)

1) a. a. O. S. 250.

Abschnitt II.

Lastschiffe ohne eigene Triebkraft.

1. Größe, Form und Einrichtung der Lastschiffe.

Im allgemeinen waren in alter Zeit die Lastschiffe auf den Binnengewässern mehr oder minder roh aus Holz in ungeschickten Formen zusammengebaut, wenn auch die Darstellungen von Nilbooten (Abb. 1 und 2), die in Ägypten auf Steinbildwerken gefunden worden sind, bereits eine gewisse ausgebildete Schiffsform mit erhöhtem Bug und Heck zeigen. Nachdem sich bei der Seeschiffahrt die gerundeten Formen mit Kiel und stark erhöhtem Vorder- und Hinterteil im Kampf mit Wind und Wellen bewährt hatten, sind Schiffe von solcher Bauart auch auf den großen Strömen verwendet worden, wie man aus alten Bildern ersehen kann. Auf kleineren, seichten Flüßen wird man aber frühzeitig die Vorteile eines flachen Bodens erkannt haben, der sich dann auch auf den großen Strömen eingebürgert hat. Bestimmte Nachrichten darüber sind uns nicht bekannt geworden. Der Segelbetrieb war damals von großer Bedeutung und die Masten waren fest, weil bis zum Anfang des vorigen Jahrhunderts über die großen Ströme noch keine festen Brücken führten und bei den kleinen Strömen die wenigen vorhandenen Brücken mit beweglichen Durchlaßöffnungen versehen waren. Mit der Entwickelung der Eisenbahnen kamen aber feste Brücken: Die Masten mußten beweglich gemacht werden, die Takelung wurde einfacher, die Schiffe wurden vorne und hinten niedriger und bekamen allmählich die Form eines prismatischen, an den Enden zugespitzten Balkens, wie wir sie heute vor uns sehen.

Die Größe der Lastschiffe hat im Laufe der Zeit immer mehr zugenommen, worauf wir bei dem geschichtlichen Rückblick im ersten Teile wiederholt hingewiesen haben. In früheren Zeiten genügten kleine Schiffe für die Beförderung der meistens kostbaren, aber wenig umfangreichen Waren und brachten auch guten Verdienst. Kleine Schiffe konnten ferner mit menschlicher und tierischer Kraft leicht stromaufwärts gezogen werden. Erst die Erfindung der Schleppdampfer machte die Schiffahrt in dieser Beziehung unabhängig, so daß man größere Schiffe baute und auch die Beförderung von Massengütern mit Vorteil übernehmen konnte. Die Größe der Schiffe mußte sich aber den Verhältnissen der vorhandenen natürlichen Wasserstraßen anpassen, indem der Tiefgang von den Fahrwassertiefen, die Breite durch die nutzbaren Wasserbreiten

und die Brückenweiten und die Länge durch die Krümmungen des Talwegs und die Möglichkeit des Wendens begrenzt waren. Das zeigte sich besonders nach dem Bau von Kanälen und es entstand das Bestreben, durch recht völlige Schiffsformen namentlich die Schleusenabmessungen möglichst gut auszunutzen.

Innerhalb der voneinander abgeschlossenen Stromgebiete hat sich die Form und Einrichtung der Lastschiffe im Laufe der Zeit meistens selbständig fortentwickelt, weil bis zum 19. Jahrhundert infolge des Zunftwesens und der mangelhaften Verkehrsmittel die Schiffer ebensowenig wie die Schiffe aus ihrem Stromgebiet oder gar aus ihrem Stromabschnitt herauskamen. Das Handwerk vererbte sich damals allgemein in den Familien, also auch bei den Schiffern und Schiffbauern. Soweit die Stromgebiete nicht durch Kanäle miteinander in Verbindung gebracht sind, bestehen daher heute, besonders in Deutschland, hinsichtlich der Form sowie der Bau- und Betriebsweise der Lastschiffe auf den einzelnen Wasserstraßen große Verschiedenheiten, die die Beteiligten gerne aus der verschiedenen Natur der Ströme zu erklären versuchen. Das trifft jedoch nicht immer zu: Es sind vielmehr zum Teil nicht ganz berechtigte Eigentümlichkeiten, die lediglich auf Überlieferung zurückzuführen sind. Es wird sich später wiederholt Gelegenheit finden, auf diesen Umstand zurückzukommen. Es ist aber beachtenswert, daß, wenn auch die Verschiedenheit der Seewege viel geringer ist als die der natürlichen Binnenwasserstraßen, das Seeschiff bei allen Kulturvölkern zu gleichen Zeiten ziemlich das gleiche gewesen ist. Und auch die Dampfschiffe der Binnenschiffahrt zeigen in den verschiedenen Stromgebieten im wesentlichen die gleichen Formen und Einrichtungen, weil sie zuerst über See zu uns kamen und ihre Entwickelung nicht auf Überlieferung sondern auf dem Fortschritt der Wissenschaft beruht.

Wo, wie in Frankreich, alle Stromgebiete seit Jahrhunderten durch Kanäle verbunden sind, ist die Verschiedenheit der Lastschiffe weniger auffällig und das gleiche gilt für die östlichen deutschen Wasserstraßen.

Die Anforderungen, die man an ein Lastschiff von bestimmter Tragfähigkeit oder von vorgeschriebenen Abmessungen für Länge, Breite und Tiefgang stellen muß, lassen sich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Der Leertiefgang soll möglichst gering, das tote Gewicht also möglichst klein sein. Da das tote Gewicht in bestimmtem Verhältnis zum Schiffseigengewicht und dies wiederum in bestimmtem Verhältnis zu den Herstellungskosten steht, so ist bei gleichen Baustoffen das Schiff mit dem kleinsten Leertiefgang auch das billigste. Es ist ferner das wirtschaftlichste, weil die vorhandene Fahrwassertiefe am besten ausgenutzt werden kann.

2. Die Form des Schiffes soll möglichst völlig sein, aber doch bei der Fortbewegung eine gute Steuerfähigkeit und einen möglichst geringen Widerstand zeigen. Zur guten Steuerfähigkeit gehört neben einer ausreichenden Ruderfläche und einer leicht beweglichen, empfindlichen Steuervorrichtung vor allem eine schlanke Form des Hinterschiffs, die dem Wasser einen gleichmäßigen,

ruhigen Zutritt zum Ruderblatt gewährt. Diese Form vermindert gleichzeitig den Schiffswiderstand, der an anderer Stelle dieses Buchs behandelt werden soll. Schon hier sei aber erwähnt, daß er durch große Völligkeit und durch die Rauhigkeit der vom Wasser berührten Schiffswände besonders bei hölzernem Boden vergrößert wird.

3. Das Schiff soll steif und fest sein. Im allgemeinen haben die üblichen Lastschiffe der Binnenschiffahrt stets die nötige Steifheit (Stabilität); bei Verwendung von besonderen Formen muß das aber untersucht werden (S. 240). Die Festigkeit kann ohne Verschwendung von Baustoff nicht so groß gemacht werden, um den Angriffen bei allen möglichen Unfällen zu widerstehen (S. 236). Sie soll aber in dem ganzen Schiffskörper eine möglichst gleichmäßige sein, d. h. wo die größten Angriffsmomente auftreten, sollen die größten Widerstandsmomente vorhanden sein.

4. Die Ladung soll in dem Schiffsraum gut und sicher untergebracht werden können. Güter, die durch Wind, Staub, Regen oder Schnee leiden, müssen in gedeckten Schiffen befördert werden, deren Laderäume außerdem bei zollpflichtigen Waren verschließbar herzustellen sind. Andererseits muß der Schiffskörper dicht sein, damit sowohl das Eintreten von Wasser wie das Austreten von Stoffen verhindert wird, die das Wasser in gemeinschädlicher Weise verunreinigen könnten, wie z. B. Fabrikrückstände, Abfallstoffe u. dgl. Unter Umständen dürfen auch die Bordwände nicht zu hoch sein, damit gewisse Waren, z. B. Steine, möglichst leicht aus- und eingekarrt werden können.

Von den zurzeit auf den deutschen Binnenwasserstraßen verkehrenden Lastschiffen soll nachstehend eine Reihe von Beispielen[1]) mitgeteilt werden, aus denen man erkennen wird, wie sie diesen Anforderungen entsprechen.

Lastschiffe auf den Wasserstraßen Ostdeutschlands, einschließlich des Elbegebiets.

1. Der Kurische Reisekahn (Abb. 25 bis 28) ist ein hölzernes Haffschiff, das auf dem Memelstrom, Kurischen Haff, Deime, Pregel, Frischen Haff, bis Elbing, auf der unteren Weichsel und bis Danzig verkehrt. Die auf diesen Wasserstraßen vorhandenen Brücken sind mit Durchlaßöffnungen für die festen Masten dieser Schiffe versehen. Sie tragen deren einen oder zwei (wie in der Abbildung), zuweilen noch einen kleineren Treibermast am Heck. Sie sind gedeckt und zum Segeln mit reichlicher, fester Takelung ausgerüstet. Neuerdings werden nur größere Reisekähne von 100 t bis 250 t Tragfähigkeit gebaut. Sie sind über alles 25 m bis 35 m (selten bis 40 m) lang, 5 m bis 6,4 m breit und an der Seite mittschiffs 1,8 m bis 1,9 m hoch. Der Leertiefgang beträgt etwa 0,4 m, der größte Tiefgang 1,6 bis 1,8 m. Die

1) Die Beschaffung der nötigen Zeichnungen war mit Schwierigkeiten verknüpft. Der Verfasser spricht an dieser Stelle allen Behörden, Vereinen, Schiffahrtgesellschaften, Schiffbauanstalten und Freunden, die ihm dabei geholfen haben, seinen Dank aus.

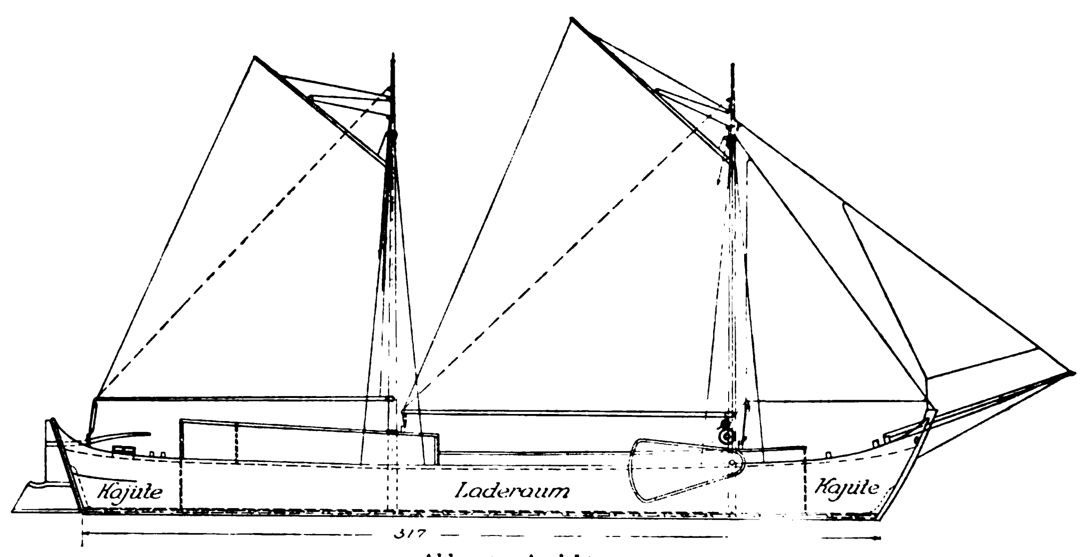


Abb. 25. Ansicht 1 : 300.

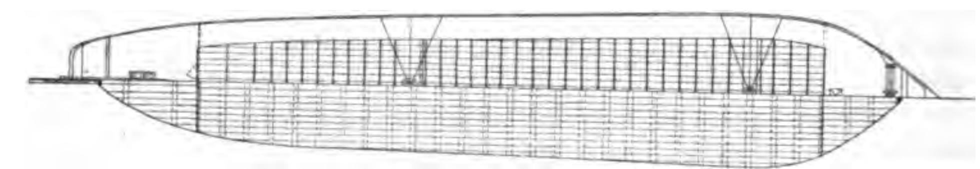


Abb. 26. Grundriß 1 : 300.

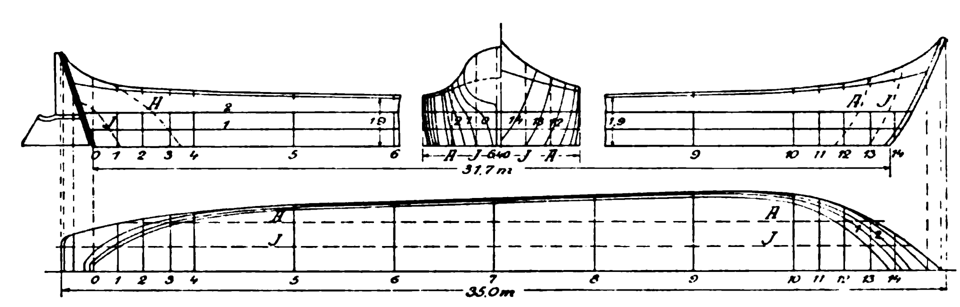


Abb. 27. Linienrisse 1 : 300.

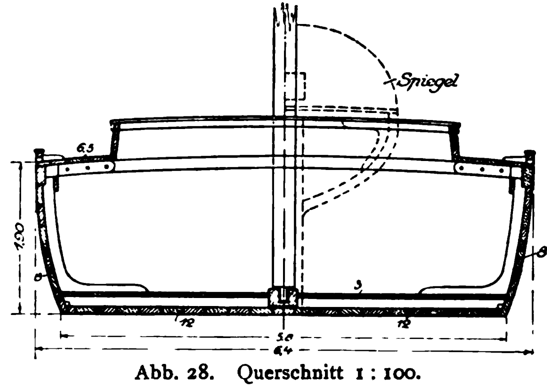


Abb. 28. Querschnitt 1 : 100.

Schiffe sind sehr kräftig gebaut und darum schwer. Die Lebensdauer kann 30 Jahre betragen.

Der mittschiffs befindliche Laderaum hat im festen Deck auf ganzer Länge eine Luke, deren Luksülle nach Art eines Tennebaums angeordnet und »Rieswände« genannt werden. Der vordere Teil ist 0,4 m hoch, der hintere ist höher und dient im hintersten Stück als Küche und Kajüteneingang (Abb. 25). Ringsherum läuft ein Bordgang von etwa 1 m Breite. Die Luke wird durch gekrümmte Lukendeckel geschlossen, die auf Rinnsparren (»Rinnbogen«) ruhen. Zum Löschen und Laden wird die Gaffel und eine einfache, am vorderen Mast angebrachte Winde benutzt, die auch zum Verholen dient. Am Bug ist eine hölzerne Ankerwinde zwischen den Bordwänden eingebaut, die mit hölzernen Handspeichen bewegt wird. Für den Boden wird in der Regel Fichtenholz, im übrigen Eichen- oder Kiefernholz verwendet. Das kurze, hohe Ruder ist durch Fingerlinge am Hintersteven befestigt.

Die Form ist aus den Linienrissen (Abb. 27) ersichtlich. Das Schiff hat viel Lehnung und Ablauf, ist am Vorsteven scharf und nach dem Hintersteven stark eingezogen, sodaß es gut steuert.

2. Der Boidack (Abb. 29 bis 31) ist ein offenes, hölzernes Flußschiff, das auf den meisten Wasserstraßen Ost- und Westpreußens verkehrt, aber im allgemeinen nicht hafftüchtig ist. Es hat einen oder zwei feste Masten und Sprietsegeltakelung einfacher Art. Neuerdings werden nur größere Boidacks von 150 t bis 350 t Tragfähigkeit gebaut, die über alles 35 m bis 50 m lang, 5,5 m bis 7,5 m breit und an der Seite 1,3 m bis 2 m hoch sind. Der Leertiefgang beträgt etwa 0,3 m, der größte Tiefgang 1 m bis 1,7 m. Die Schiffe sind leicht gebaut und haben nur eine Lebensdauer von etwa 10 Jahren.

Im Hinterschiff ist eine Kajüte eingebaut, an die sich ein kurzes Hinterdeck anschließt. Auf dem kurzen Vordeck ist gewönlich eine kleine eiserne Ankerwinde aufgestellt und darunter befindet sich ein Schlaf- oder Geräteraum. Bei den Masten sind gleichfalls kleine Brückendecks angeordnet, die zur Versteifung dienen. Außerdem ist der Laderaum in Abständen von etwa 3 m durch Duchten versteift. Zur Längsversteifung dient ein kräftiges hölzernes Kielschwein (Abb. 31) in der Mitte des Bodens, das »Kolsum« (wohl das englische Keelson = Kielschwein) genannt wird, und zwei hölzerne innere Seitenstringer (»Weger«). Es wird zum Bau der Boidacks in der Regel nur Kiefern- und Fichtenholz in schwachen Abmessungen verwendet. Das Steuerruder ist als Schwebe- und Wippruder angeordnet und recht wirksam. Die vorne und hinten stark zugeschärfte Form ohne Ablauf ist ziemlich zweckmäßig, abgesehen von der starken Lehnung. In neuester Zeit baut man in Ostpreußen boidackartige Schiffe auch aus Eisen oder Stahl bis zu 400 t Tragfähigkeit.

3. Die Wittinne (Abb. 32) ist ein roh aus Fichtenholz gezimmertes Schiff, das aus Rußland stammt und ursprünglich nur zu einer einmaligen Fahrt auf dem Memelstrom und dem Pregel abwärts bis Königsberg oder auf der Weichsel abwärts bis Danzig bestimmt war. Die Tragfähigkeit geht bis zu 300 t. Die Abmessungen schwanken von 20 m bis 65 m Länge und von 5 m bis 7 m Breite. Die Seitenhöhe ist 1,5 m bis 1,8 m und der Tiefgang höchstens 1,2 m.

Der das Mittelschiff einnehmende Laderaum hat ein dachartiges Verdeck aus losen Brettern, die auf leichten Sparren und Ständern ruhen. In der Mitte ist es hoch gehoben, damit das dort am Boden in der »Gäte« reichlich angesammelte Leckwasser durch Wurfschaufeln über Bord geschafft werden kann. Der vorne und hinten scharf zugeschärfte Schiffskörper ist nur aus leichten, dünnen Brettern gebaut, deren Fugen gewöhnlich mit Moos gedichtet werden. Das lange Streichruder ruht in einem Ausschnitt der Bordwand neben dem Hintersteven, an dem es durch Seile locker befestigt ist. Früher wurden die Wittinnen am Ende der Reise in Königsberg


Boidack, Abb. 29 bis 31.

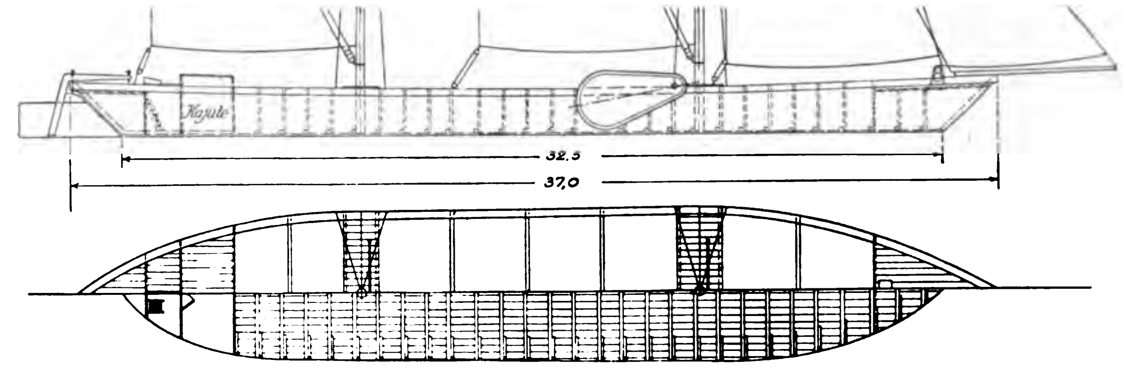


Abb. 29 und 30. 1 : 300.

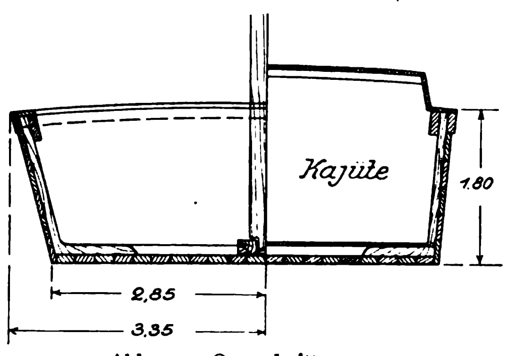


Abb. 31. Querschnitt 1 : 100.

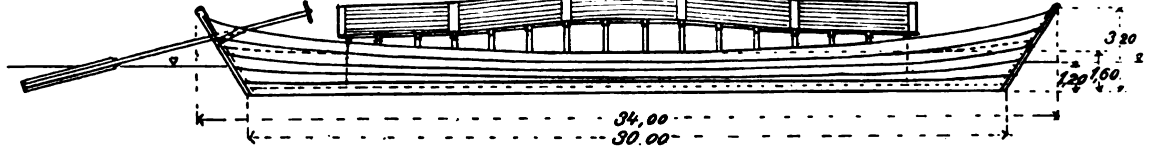


Abb. 32. Wittinne 1 : 300.

und Danzig verkauft und meistens zerschlagen; zuweilen wurden sie aber noch längere Zeit im Ortsverkehr zur Beförderung von Baustoffen u. dgl. benutzt. In neuerer Zeit kommen nur sehr wenig Schiffe dieser Art nach Deutschland.

4. Der Oberländer Kahn (Abb. 33 bis 35) ist das Hauptverkehrsmittel auf der Wasserstraße, die von Elbing südlich durch den Drausensee mittels der berühmten geneigten Ebenen zur Seenkette von Liebemühl, Deutsch-Eylau, Saalfeld und Osterode führt und den allgemeinen Namen »Oberländischer Kanal« (S. 139) trägt. Wegen der Abmessungen der Schleusen und der Wagen, die die Schiffe im Trocknen über die geneigten Ebenen fahren, dürfen die Fahrzeuge nur eine Länge von 24,5 m, eine untere Breite von 2,5 m, eine obere von 3 m, eine Tauchtiefe von 1,2 m, eine Ladungshöhe über Wasser

Oberländer Kahn, Abb. 33 bis 35.

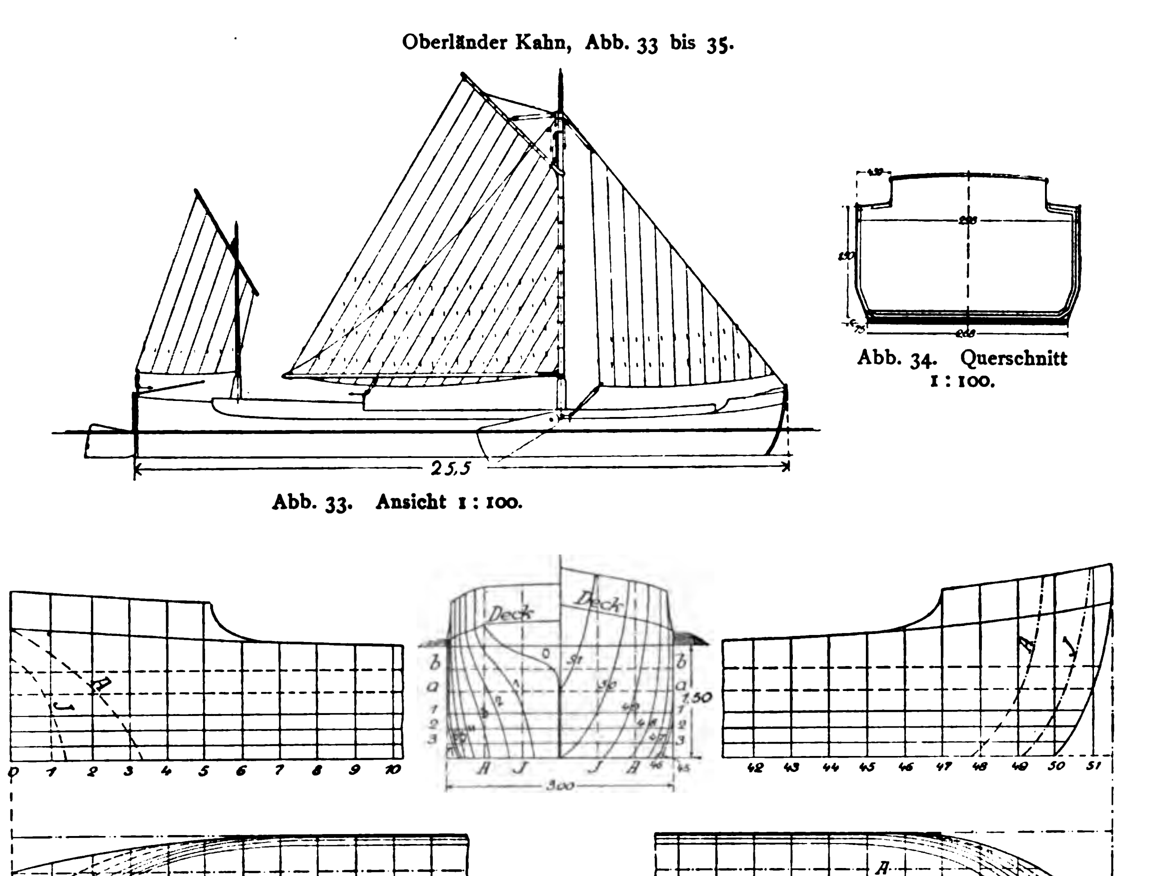


Abb. 33. Ansicht 1 : 100.

Abb. 34. Querschnitt 1 : 100.

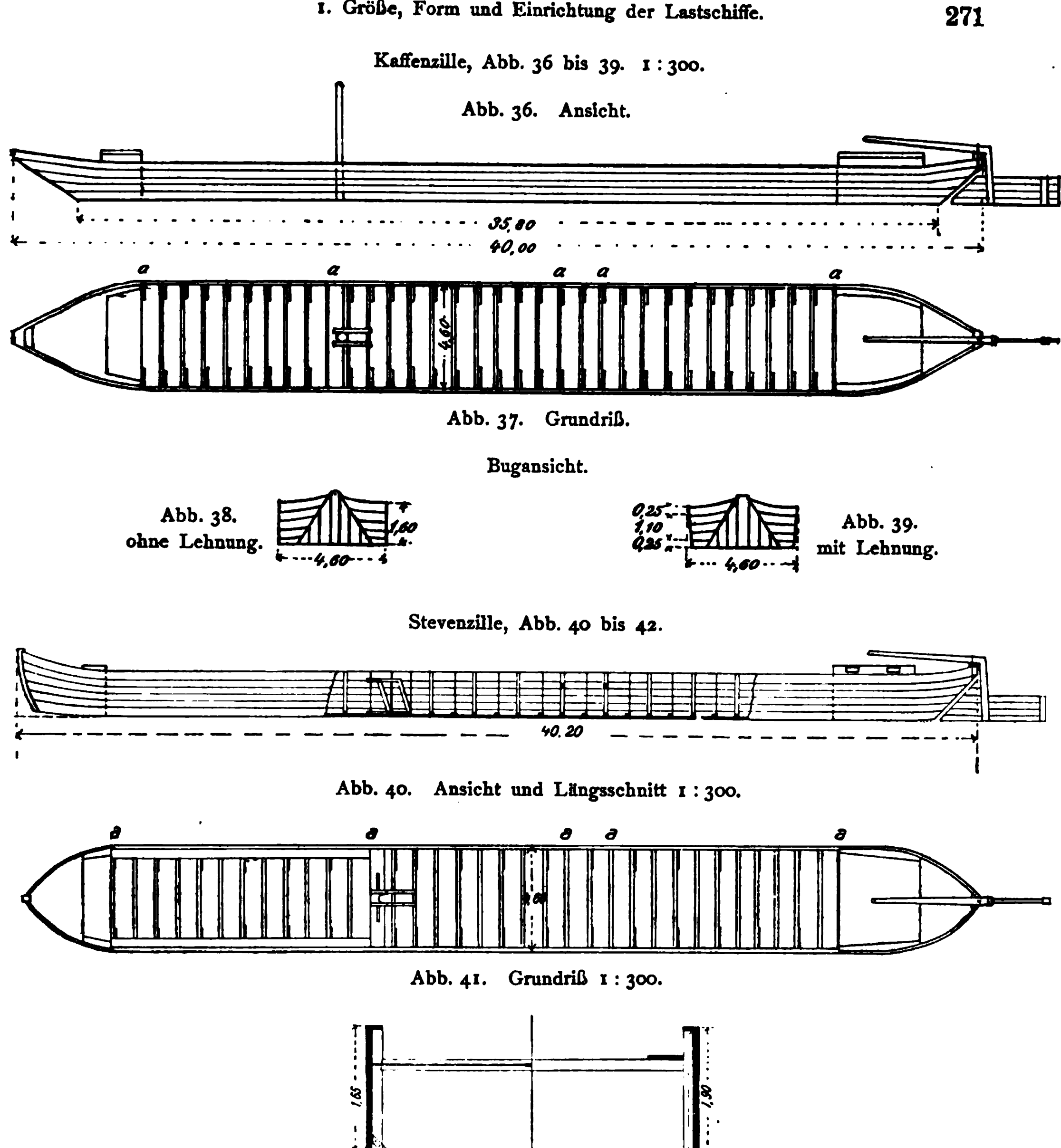
Abb. 35. Linienrisse 1 : 100.

von 2,8 m und eine größte Ladung von 50 t haben. Es werden aber meistens Schiffe von 60 t bis zu 70 t gebaut, weil gewöhnlich eine dazu ausreichende Wassertiefe vorhanden ist. Die Schiffe bekommen in ihrem Boden einen Sprung von etwa 13 cm in der Mitte (nach unten), damit sie auf dem 1 : 12 geneigten Schiffswagen bei der Anfahrt festen Halt finden. Die Schiffe tragen meistens einen großen Mast mit Gaffelsegeltakelung und noch einen kleineren hinteren Mast, die beide in Köchern zum Umlegen eingerichtet sind. Die Mehrzahl der Schiffe ist von Holz; neuerdings werden aber auch solche mit stählernen Wänden gebaut, von denen hier ein Beispiel mitgeteilt ist.

Die Raumverteilung ist ähnlich wie bei den Kurischen Reisekähnen: eine große Luke auf dem festen Deck, nach Art eines Tennebaums angeordnet und mit Lukendeckeln auf eisernen, gekrümmten Rinnsparren geschlossen. Der Boden besteht aus 75 mm starkem Fichtenholz, die Wrangen sind aus 100 · 4 mm starken Blechen, die Spanten aus 50 · 50 · 5 mm starken Winkeln

hergestellt, die den Bordgang bildenden Stringerbleche 450 · 4 mm mit zwei 45 · 45 · 5 mm starken Winkeln gesäumt. Die Bordwände sind 4 mm stark und durch Kimmwinkel mit dem Boden verbunden. Die Form ergibt sich aus den Linienrissen (Abb. 35). Das Schiff hat die vorgeschriebene Lehnung, aber keinen Ablauf und ist recht völlig.

5. Die Zille (Abb. 36 bis 42) ist ein offenes, leicht gebautes, hölzernes Fluß- und Kanalschiff, das im Gebiet der Weichsel, Oder und Elbe verkehrt und meistens in solchen Abmessungen gebaut ist, daß es auch durch den Finowkanal (S. 135) fahren kann. Es hat deshalb in der Regel eine Länge bis zu 40,2 m und eine größte Breite von 4,6 m. Es gibt aber auch Zillen mit größeren Abmessungen bis zu 50 m Länge und 6 m Breite. Die kleinste Seitenhöhe schwankt zwischen 1,6 m und 2 m. Die Zillen nach Finowmaß haben eine Tragfähigkeit von 150 bis 220 t, die größten bis zu 300 t. Sie stammen aus Böhmen. An der oberen Moldau werden sie aus 6 bis 7 cm starken, oft waldkantigen Brettern aus Fichten- oder Tannenholz roh mit etwa 1 m hohen Bordwänden zusammengebaut und mit Moos gedichtet (S. 188). Ihre erste Fahrt machen sie, mit einem langen Streichruder, wie bei den Wittinnen, versehen, nach Prag und von dort bis Außig, Tetschen oder Bodenbach, wo die sogenannten »nackten« Zillen zu »Marktzillen« umgebaut werden. Man nimmt sie dort aufs Land, gibt ihnen vorne und hinten durch Aufbiegen des Bodens bessere »Kaffenformen«, vernagelt und verspundet die schlechten Stellen, versieht sie mit meistens 1,6 m hohen Bordwänden und mit einem Wippruder, baut eine Kajüte ein und teert sie. Mit dürftigster Ausrüstung versehen, werden sie mit Braunkohlen, Basaltschotter oder Obst beladen und machen eine Reise nach Magdeburg, Hamburg oder Berlin. Dort wurden sie früher zerschlagen und als gebrauchtes Holz billig verkauft, da durch die verdiente Frachtsumme die geringen Anschaffungskosten des Schiffes gedeckt waren. Die sogenannte »Zillenschlächterei« bildete in diesen Orten einen besonderen Gewerbebetrieb, da jährlich etwa 400 solcher Zillen nach Deutschlang kamen. Seit vielen Jahren hat sich der Betrieb so geändert, daß diese billigen, leichtgebauten Schiffe von deutschen Kleinschiffern gern gekauft und noch 3 bis 4 Jahre lang zur Beförderung von Baustoffen und anderen wenig wertvollen Waren benutzt werden. Zu diesem Zweck werden sie meistens mit einer besseren Ausrüstung versehen, die gleichfalls nicht als neu, sondern als schon gebraucht erworben zu werden pflegt. Die kurze Lebensdauer dieser böhmischen Zillen erklärt sich aus dem schlechten, bald faulenden Baustoffe und aus dem mangelhaften Verbande. An den Biegestellen des Bodens zu den Kaffen bleiben kaum 4 cm Holz und die Kaffen (»Scharstücke« genannt) werden im Schleppzuge leicht von den Steuerrudern der benachbarten Schiffe eingedrückt. Es kommt oft vor, daß, wenn man eine quer im Strome liegende Zille durch einen Schleppdampfer aufrichten will, die ganze Seitenwand abbricht und das Schiff in den Grund geht. Diese Zillen waren vor 20 Jahren noch sehr billig: Man kaufte sie in Berlin für etwa 1500 Mark bei 120 t Tragfähigkeit. In neuerer Zeit werden die böhmischen Zillen besser



Kaffenzille, Abb. 36 bis 39. 1 : 300.

Abb. 36. Ansicht.

Abb. 37. Grundriß.

Buganansicht.

Abb. 38. ohne Lehnung.

Abb. 39. mit Lehnung.

Stevenzille, Abb. 40 bis 42.

Abb. 40. Ansicht und Längsschnitt 1 : 300.

Abb. 41. Grundriß 1 : 300.

Abb. 42. Querschnitt 1 : 100.

gebaut, sodaß ihre Lebensdauer länger wird: Man unterscheidet drei Klassen, von denen die erste mit eisernen Spanten hergestellt wird, die zweite je zur Hälfte mit eisernen und hölzernen und die dritte nur mit hölzernen Spanten.

Außer den böhmischen gibt es noch sogenannte Berliner Zillen, die in der Mark gebaut werden. Sie unterscheiden sich durch bessere Arbeit,

besseren Verband und durch die Verwendung von Kiefernholz zu den Bordwänden und zum inneren Ausbau. Infolgedessen ist ihre Lebensdauer 2 bis 4 Jahre länger. Beide Arten von Zillen werden zur Erreichung größerer Tragfähigkeit (bis 225 t) zuweilen mit einem geraden, geneigten oder gekrümmten Vorsteven hergestellt, während am Heck die Kaffenform beibehalten wird. Man nennt sie dann Stevenzillen zum Unterschied von den gewöhnlichen Kaffenzillen.

Abb. 36 bis 39 stellen eine gewöhnliche böhmische Kaffenzille nach Finowmaß dar. Der 8 cm starke Boden ist vorne bis auf 3 m und hinten bis auf 2,8 m Breite verjüngt und hebt sich dann zu den Kaffen empor. Die 12 zu 15 cm starken Bodenwrangen liegen in Abständen von je 0,9 m. An ihnen und am Boden sind die hölzernen Kniee von etwa gleicher Stärke befestigt. Die Bordwände stehen meist senkrecht (Abb. 38) und sind 6 cm stark; zuweilen gibt man ihnen aber auch etwas Lehnung (Abb. 39). Sie sind vorn und hinten mit dem dreieckigen »Scharstück« durch die »Kaffenklötze« verbunden. Im Vorschiff, das mit einem kurzen Deck (von den Schiffern »Pflicht« genannt) versehen ist, befindet sich ein kleiner Schlafraum für den Bootsmann (im Schiffermunde »Butze«), im Hinterschiff die Kajüte (von den Schiffern »Bude« genannt) und dahinter ebenfalls ein kurzes, festes Deck (der »Stand«). Der Steuermann hat hier aber nicht seinen Stand, sondern auf dem Verdeck der Kajüte, von wo er das Wippruder bedient.

Die Abb. 40 bis 42 zeigen eine böhmische Stevenzille von Finowmaß, die eine größere Völligkeit (etwa 0,9) und Tragfähigkeit (etwa 225 t) besitzt. Sie ist vorne mit einem gekrümmten Steven, hinten mit einer Kaffe versehen. Der Boden zeigt vorne einen ziemlich beträchtlichen Sprung, ist um 25 cm, wie der Schiffer sagt, »angehoben«. Die Spanten bestehen abwechselnd aus Winkeleisen und aus Holz; die hölzernen sind aber nicht gewachsene Kniee, sondern aus je zwei Teilen zusammengesetzt (Abb. 42). Im Anschluß an das Vordeck sind beiderseits bis zur Mastbank Bordgänge von 0,4 m Breite angeordnet, auf denen sich die Schiffer beim Vorwärtsschieben der Zille bewegen. An den mit *a* bezeichneten Stellen (Abb. 37 u. 41) sind Duchten mit leichten eisernen Zugankern zur Querversteifung des Schiffes angebracht. Wenn die Zillen zur Beförderung von böhmischem Obst benutzt werden, erhalten sie ein leichtes Bretterdach, das durch Sparren und Stiele unterstützt wird. Alle Zillen führen einen kleinen, umlegbaren Mast mit einfachem Sprietsegel. Der Leertiefgang neuer böhmischer Zillen beträgt nur 20 bis 25 cm; aber das leichte Holz, aus dem sie bestehen, nimmt viel Wasser auf, sodaß die Schiffe bald 6 bis 8 cm tiefer eintauchen.

6. Das hölzerne Oderschiff mit Kaffen (Abb. 43 bis 49) war bisher unter dem Namen »Oderkahn« auf allen östlichen Wasserstraßen von der Saale bis zum Memelstrom verbreitet. Seine Abmessungen überschreiten in der Regel nicht das Finowmaß. Die Seitenhöhe beträgt 1,6 m bis 1,9 m und die Tragfähigkeit 100 t bis 150 t. Der Oderkahn unterscheidet sich von der Zille in der Form besonders durch die feinere, schnabelähnliche Ausbildung der Kaffen, die in der Regel aus sorgfältig gebogenen eichenen Hölzern hergestellt werden.

Die Bauart ist im ganzen eine viel bessere und kräftigere. Zu den gewachsenen Knieen (Spanten), zu der untersten Bordplanke, der »Bruhne«, sowie zu den obersten, »Riesbord« und »Latte«, wird in der Regel Eichenholz verwendet. Die übrigen Teile mit Ausnahme des fichtenen Bodens sind aus gutem Kiefernholz hergestellt.

Der vordere, hoch aufragende Kaffenklotz ist oft zum Umklappen eingerichtet, wodurch die Länge und unter Umständen auch die Höhe des Schiffes bei der Durchfahrt durch Schleusen u. dgl. verringert werden kann. Die meisten Oderkähne sind mit gutem losem Bretterdeck (Spitzdeck), Zollverschluß-Einrichtung und innerer Wandverkleidung versehen, weil sie in der Regel zur Beförderung wertvoller Waren benutzt werden. Die Raumeinteilung und die Anordnung der

Hölzernes Oderschiff mit Kaffen, Abb. 43 bis 46.

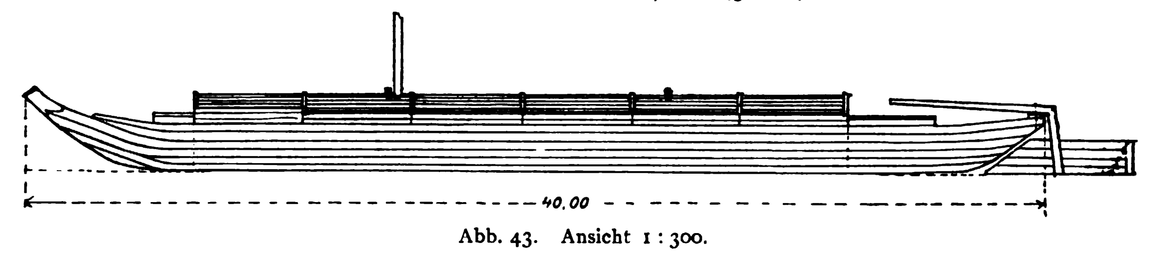


Abb. 43. Ansicht 1 : 300.

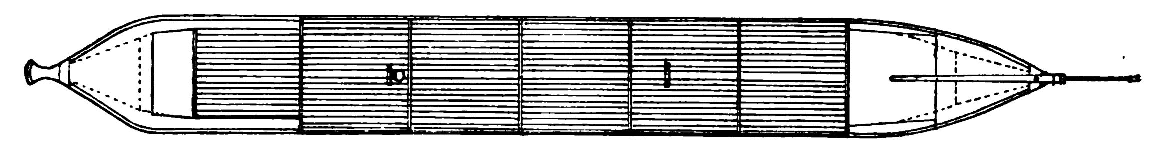


Abb. 44. Grundriß 1 : 300.

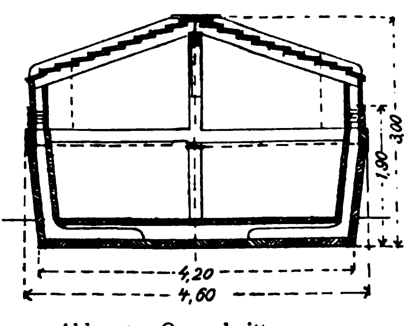


Abb. 45. Querschnitt 1 : 100.

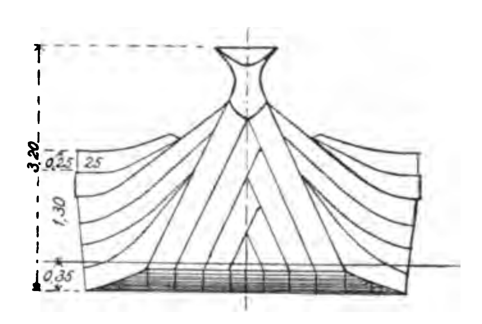


Abb. 46. Bugansicht 1 : 100.

Kaffe, Abb. 47 bis 49. 1 : 150.

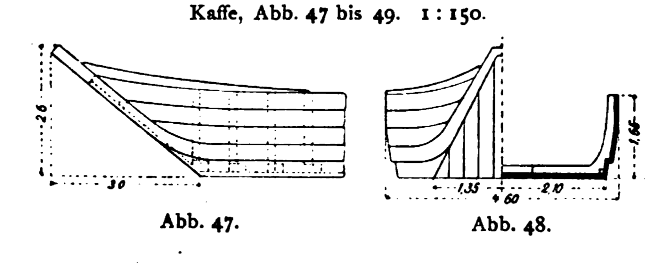


Abb. 47.

Abb. 48.

Abb. 49.

Bordgänge sowie des Wippruders ist dieselbe wie bei den Zillen. Die Oderkähne werden mit Lehnung und starkem Sprung im Boden gebaut. Sie sind zum Segeln bestimmt und führen einen großen Mast mit Sprietsegeltakelung, der durch Mastenkrane oder andere Schiffe mit stehendem Mast gehoben und eingesetzt (im Schiffermunde »gestochen«) werden kann. Für die Fahrt auf den Kanälen haben sie außerdem einen zweiten, leichteren Mast, der für ein kleineres Segel bestimmt ist und ohne Mastenkran mittels Scherzeug von der Schiffsmannschaft allein bewegt werden kann. Infolge der vielen in neuerer Zeit erbauten festen Brücken über die Wasserstraßen und wegen der Schwierigkeit, den großen Mast zu heben, ist dieser allmählich ganz außer Gebrauch gekommen, zumal auch die Oderkähne jetzt meistens durch Dampfschiffe auf den Flüssen geschleppt werden. Der Leertiefgang eines gedeckten, festgebauten Schiffes beträgt etwa 35 cm, die Lebensdauer 20 Jahre. Die Steuerfähigkeit ist ziemlich gut, aber beim Schleppen rufen die Kaffen einen beträchtlichen Widerstand hervor. In den

Abb. 47 bis 49 sind das Vorschiff und der Querschnitt eines etwas anders gebauten Kaffenkahns dargestellt. Beachtenswert ist, daß die Bruhne mit dem oberen anschließenden Plankengang nicht bündig sondern »klinker« gebaut ist. Dadurch wird auch die Form der Kaffe eine andere.

Da das Bestreben der Schiffer in neuerer Zeit dahin geht, die Schleusenabmessungen durch völlig gebaute Schiffe möglichst auszunutzen, werden jetzt keine Oderschiffe mehr mit Kaffen gebaut: Diese Schiffsform wird also bald verschwunden sein.

7. Das hölzerne Oderschiff mit Steven (Abb. 50 bis 52) verkehrt auf denselben Wasserstraßen wie der vorbeschriebene Oderkahn. Seit etwa 50 Jahren ist man bemüht, den Bug der Oderschiffe völliger zu gestalten, indem man einen Vorsteven anordnet, der meistens gerade und senkrecht, zuweilen auch etwas gekrümmt oder nach vorne geneigt gestellt wird. Auch am Heck ist die Kaffe allmählich fortgefallen und dafür ein Hintersteven angebracht, der ebenso wie die frühere Kaffe stark nach außen geneigt ist, damit das Wippruder mit seinem vorderen Teile darunter Platz findet. Durch die Zuspitzung des Bodens im Hinterschiff erreicht man einen gleichmäßigeren Zutritt des Wassers zum Ruderblatt und damit eine Verbesserung der Steuerfähigkeit. Die hölzernen Oderschiffe mit Steven (»Stevenkahn«) werden in der Regel entweder nach Finowmaß, 40,2 m lang und 4,6 m breit, oder nach Berliner Maß, 46,6 m lang und 6,6 m breit, gebaut. Das letztere für den Verkehr in den Berliner Schleusen passende Maß verschwindet jetzt aber, da es nach der Erbauung der Mühlendammschleuse keine Bedeutung mehr hat.

Abb. 50 zeigt ein offenes Oderschiff mit Steven nach Berliner Maß mit 2 m Seitenhöhe. Auf den ersten Blick scheint es der in Abb. 40 dargestellten böhmischen Stevenzille sehr ähnlich; es unterscheidet sich aber durch den Hintersteven, weil die Zille hinten eine Kaffe hat, und besonders durch die festere Bauart. Wie man sieht, liegen die Wrangen und Spanten viel dichter und außerdem sind mit Ausnahme des Bodens alle Bauteile aus starkem Kiefernholz hergestellt. Die Duchten sind in Abständen von 3 bis 4 m angeordnet. Hölzerne Spanten werden nicht mehr ausgeführt, weil gewachsene Kniee selten zu billigen Preisen zu haben und die zusammengesetzten, wie bei den Zillen üblich, nicht genügend fest sind. Man verwendet daher Spanten aus Winkeleisen oder Winkelstahl. Diese Schiffe bekommen meistens keine Lehnung, dagegen einen Sprung im Boden. Der Bug wird oft noch völliger gemacht, so daß er bei senkrechtem Steven einem halben Zilinder ähnlich wird. Zuweilen gibt man der unteren Hälfte des Vorstevens eine starke Krümmung und erhält dann unten eine löffelförmige Gestalt des Bugs, auf die wir noch zurückkommen werden. Die Formen des Vorschiffs sind also ziemlich mannigfaltig. Im übrigen unterscheidet sich die Raumeinteilung, Steuerruder, Mast und Segel nicht von der vorbeschriebenen Schiffsform. Viele Schiffe werden mit Bretterdeck versehen. Die nach Finowmaß hergestellten Fahrzeuge haben meist eine Tragfähigkeit[1]) von 210 bis 235 t bei einer Tauchtiefe von 1,6 m bis 1,8 m. Zuweilen baut man sie neuerdings höher bis zu 2,17 m, wodurch sie eine Tragfähigkeit bis zu 250 t bekommen. Die Lebensdauer ist 15 bis 20 Jahre.

8. Das stählerne Oderschiff nach Finowmaß (Abb. 53 bis 55) verkehrt gleichfalls auf allen östlichen Wasserstraßen. Seit etwa 20 Jahren stellt man nicht nur die Spanten sondern auch die Bordwände und oft auch Bodenwrangen, Steven, Duchten, Vor- und Hinterdeck sowie die Kajüten aus

1) Hierfür gilt stets das Ergebnis der amtlichen Eichung (S. 250), wenn diese Tragfähigkeit auch auf den Kanälen meistens nicht ausgenutzt werden kann. Auf dem Finowkanal ist z. B. nur eine Tauchtiefe von 1,4 m zulässig, wobei diese Schiffe in der Regel nur 170 t tragen. Die Ausnutzung der bei der amtlichen Eichung zugrunde gelegten größten Tauchtiefe wird ferner meistens durch die Vorschrift der Versicherungsgesellschaften verhindert, die nicht 25 sondern 39 cm Freibord verlangen.

Hölzernes Oderschiff mit Steven, Abb. 50 bis 52.

Abb. 50. Ansicht 1 : 300.

Abb. 51. Grundriß 1 : 300.

Abb. 52. Querschnitt 1 : 100.

Stählernes Oderschiff nach Finowmaß, Abb. 53 bis 55.

Abb. 53. Längsschnitt 1 : 300.

Abb. 54. Grundriß 1 : 300.

Abb. 55. Querschnitt 1 : 100.

Flußeisen her, während der Boden selbst in der Regel aus Holz gefertigt wird. Solche Schiffe werden gewöhnlich als »eiserne« bezeichnet. Unsere Abbildungen zeigen ein Beispiel, bei dem nur der Boden, die Wegerung, die Scheuerleisten, das Ruder und das bewegliche Verdeck aus Holz hergestellt sind. Abgesehen von dem gekrümmten Hintersteven und dem neuerdings üblichen eisernen Mastköcher ist nichts Besonderes gegen den Holzbau zu bemerken. Die Bodenwrangen und die Duchten sind ⊏förmig, die Stringer ˥förmig, die Spanten und Deckbalken bestehen aus Winkeln. 4 stählerne, wasserdichte Schotten teilen 3 Laderäume von 9,5 m bis 10,8 m Länge ab. Rings um das ganze Schiff läuft eine starke hölzerne Scheuerleiste. Das dargestellte Fahrzeug wird bei 1,7 m Seitenhöhe nur eine Tragfähigkeit von 170 bis 175 t haben; doch baut man sie neuerdings oft höher bis zu Tragfähigkeiten von 230 bis 240 t.

9. Das Oderschiff nach Breslauer Maß (Abb. 56 bis 67) ist durch den von 1887 bis 1891 erfolgten Ausbau der Spree-Oder-Wasserstraße (S. 204) hervorgerufen, deren Schleusen von Schiffen mit höchstens 55 m Länge über alles (etwa 53 m in der Wasserlinie) und 8 m Breite durchfahren werden dürfen. Gleichzeitig wurde auch die obere Oder für Schiffe von ähnlichen Abmessungen künstlich aufgestaut und der Minister der öffentlichen Arbeiten erließ im Jahre 1889 ein Preisausschreiben zur Erlangung geeigneter Schiffsentwürfe für den Verkehr zwischen Oberschlesien und Berlin[1]).

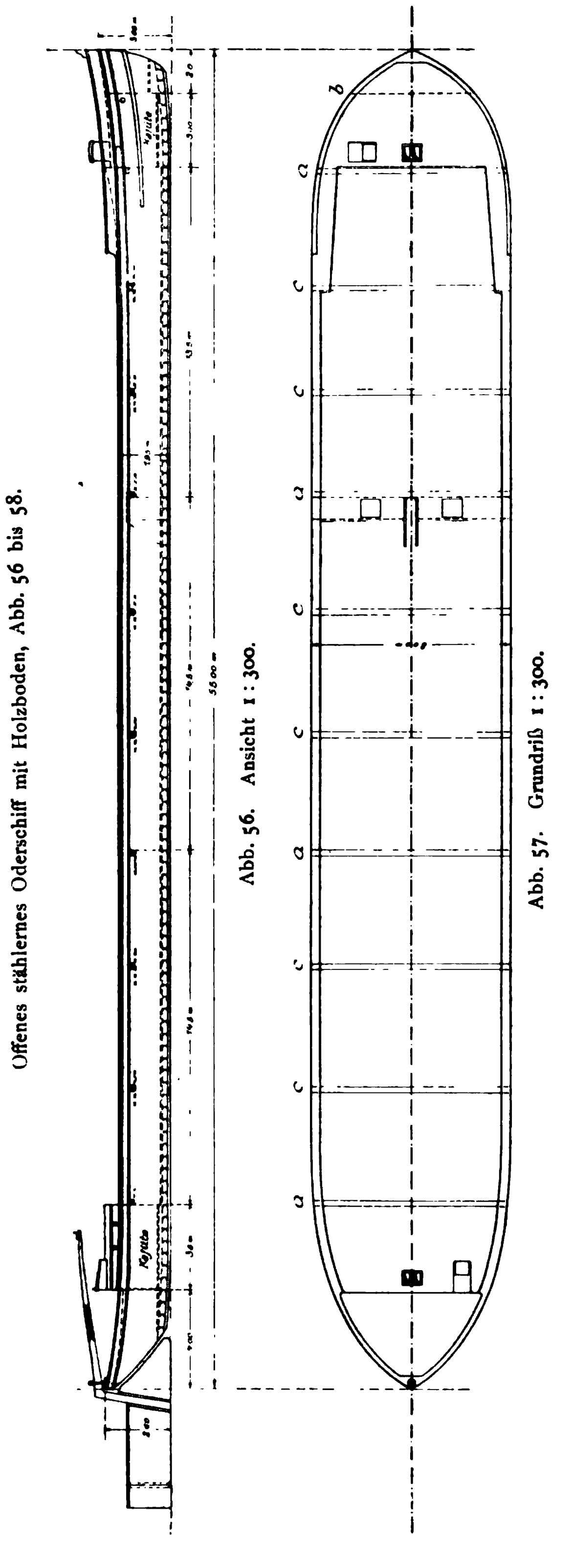
Es war dabei verlangt worden: »Bei geringster Masse an Baustoff die größte Verdrängung, unbeladen aber die geringste Eintauchung, in jeder Beziehung die größte Festigkeit, so daß das Schiff unbeschadet der Völligkeit mit angemessener Geschwindigkeit und Steuerfähigkeit fortbewegt werden kann«. Bei den Entwürfen war zu berücksichtigen, daß die Oder bei Niedrigwasser nur 1 m Tiefe, die Brücken über die Kanäle nur eine lichte Höhe von 3,2 m und die Schleusenkammern eine nutzbare Länge von 55 m und eine nutzbare Breite von 8,6 m hätten. Es liefen 13 Entwürfe ein. Die in Breslau zusammengetretenen Preisrichter erklärten keinen für vollständig gelungen, verteilten aber drei Preise. Über die Entwürfe selbst muß auf die unten bezeichnete Veröffentlichung verwiesen werden. Bemerkenswert sind aber die von den Preisrichtern bei dem Vorbeschlusse ausgesprochenen Grundsätze, nach denen die Prüfung erfolgte: 1. Ablauf von 0,3 m, 2. Senkrechte Bordwände, 3. Löffelform am Bug, 4. Holzboden von 105 mm Stärke und Bordwände aus Eisen, unten 7 mm, oben 6 mm stark, 5. Spantentfernung 500 mm, Spantstärke 75.50.9 mm, 6. Steife Schotte von 3 mm Stärke in Abständen von höchstens 10 m.

Dem Gutachten waren ferner noch mancherlei Bauregeln beigegeben, aus denen z. B. zu erwähnen ist, daß der Ablauf in Engpässen, Brücken, Schleusen u. dgl. für sehr nützlich erklärt wurde. Der eiserne Boden wurde besonders deshalb verworfen, weil er zu teuer wäre. Ferner sollte sich der gerade, scharfe Steven auf Elbe und Oder als ungeeignet gegenüber der Löffelform erwiesen haben. Als zweckmäßiger Völligkeitsgrad der Verdrängung wurde 0,84 empfohlen. Die Bleche der Außenhaut sollten überlappt werden. Zur Längsversteifung sollten die aus Riffelblech im Vorschiff anzuordnenden Laufbänke dienen, an die sich ein 25 bis 30 cm breites Stringerblech anschließt, das von Konsolen getragen wird. Außerdem wurden Stringerwinkel für nötig, Kielschweine aber für entbehrlich erachtet. Die preisgekrönten Entwürfe (von Blümcke, Klepsch und Nüske) enthielten viele recht beachtenswerte Anordnungen, so daß der Wettbewerb nicht als erfolglos bezeichnet werden darf.

---

1) Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1893. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, Wasserbau, 5. Band: Sonne, Binnenschiffahrt. Leipzig 1906.

Seit jener Zeit haben sich Form und Bauweise dieser sogenannten 400 t-Schiffe weiter entwickelt. Man baut sie jetzt in der Regel aus Stahl, jedoch meistens mit Holzboden, weil die großen Vorteile des Stahlbodens leider noch immer nicht genügend gewürdigt werden. Wenn die Schiffe aus Holz gebaut sind, unterscheidet sich ihre Anordnung nicht von dem oben beschriebenen hölzernen Oderschiff mit Steven (Abb. 50).



Offenes stählernes Oderschiff mit Holzboden, Abb. 56 bis 58.

Abb. 56. Ansicht 1 : 300.

Abb. 57. Grundriß 1 : 300.

Die Abbildungen 56 bis 58 stellen ein offenes stählernes Schiff mit Holzboden dar, das eine kleinste Seitenhöhe von 1,95 m und bei 1,7 m Eintauchung eine Tragfähigkeit von 500 t besitzt. Außer dem vorderen Sicherheitschott (*b* in der Zeichnung) sind noch 4 wasserdichte Schotte (*a*) angeordnet, durch die 3 Laderäume von 13,5 und 14,5 m Länge abgeteilt werden. Diese werden noch durch je zwei hölzerne bewegliche Duchten (*c*) versteift. Die 75.50.7,5 mm

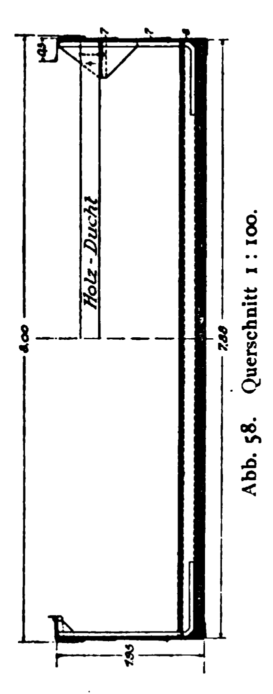


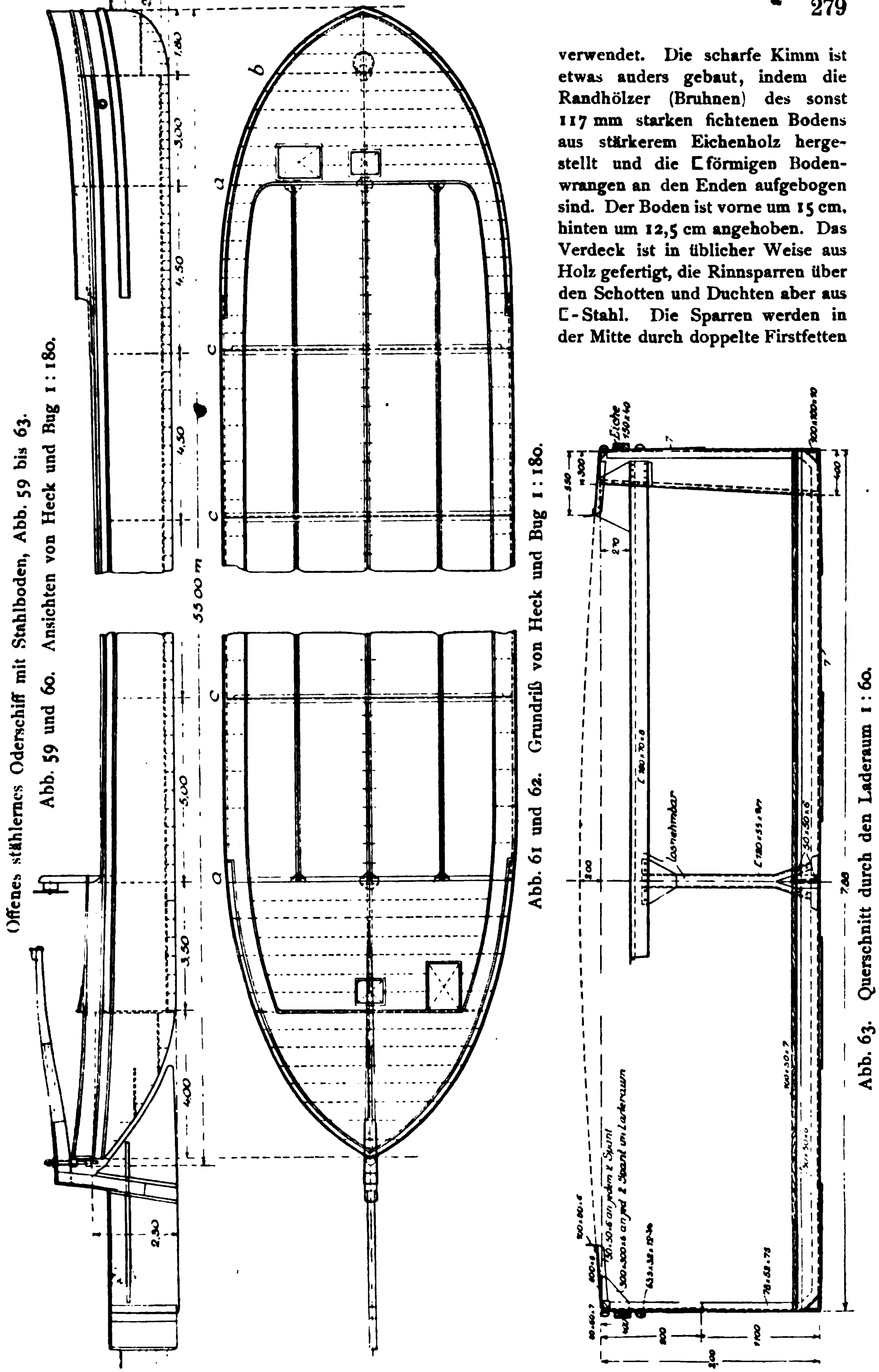
Abb. 58. Querschnitt 1 : 100.

starken Spanten haben einen Abstand von je 500 mm. Der 300 mm breite, 8 mm starke Stringer ist binnenschiffs mit einem Winkel in der Stärke der Spanten gesäumt und durch einen 60.60.7 mm starken Stringerwinkel mit der Bordwand verbunden, die in den beiden oberen Gängen je 7 mm und in dem unteren Kimmgang 8 mm stark ist. Die schwache Scheuerleiste von 220.45 mm Eichenholz wird von zwei Halbrundstahlen (70.30 mm) eingefaßt. Die Bodenwrangen sind ⊏förmig von 180.70.8 mm Stärke. Die Kimm ist scharf und wird durch Kimmwinkel von 60.60.7 mm Stärke gebildet, die zur weiteren kräftigen Verbindung mit dem 125 mm starken Boden aus Fichtenholz noch an zwei durchlaufende Blechplatten von 350 und 200 mm Breite und 5 mm Dicke angeschlossen sind. Das Schiff hat weder Lehnung noch Ablauf im Mittelschiff, aber einen Sprung im Boden. Man baut diese Schiffe meistens etwa 2,0 m hoch, zuweilen aber auch höher, bis zu 2,20 m und erreicht dann eine Tragfähigkeit von etwa 600 t.

Abb. 59 bis 63 zeigen ein gut und fest gebautes offenes Schiff mit Stahlboden in größerem Maßstabe. Bei einer Seitenhöhe von 2 m hat es bei 1,5 m Tauchtiefe etwa 440 t, bei 1,6 m etwa 480 t und bei 1,75 m etwa 540 t Tragfähigkeit. Die Form des Hecks ist löffelförmig gerundet. Der Vorsteven ist oben senkrecht, unten stark gerundet, so daß der untere Teil des Bugs Löffelform bekommt. Das Mittelschiff hat scharfe Kimm, aber weder Lehnung noch Ablauf noch Bodensprung. Die 78.52.7.5 mm starken Spanten sind in Abständen von je 500 mm zweiteilig angeordnet und in der Mitte des Schiffes gestoßen. Im Vorschiff sind auf 8 m Länge noch Zwischenspanten in gleicher Stärke angebracht. Die an jedem Spant vorhandenen Bodenwrangen sind 210 mm hoch, 5,5 mm stark und oben mit einem Winkel von 50.50.6 mm gesäumt. Der Kimmwinkel ist 100.100.10 mm stark. Der Boden wird durch 3 Kielschweine verstärkt, von denen 2 unvollständige, je aus einem ⊥-Stahl von 100.50.7 mm Stärke bestehend, in den Laderäumen über die Bodenwrangen laufen, während in der Schiffsmitte ein vollständiges Kielschwein angeordnet ist, das aus einem senkrechten 260.5 mm starken Bleche mit zwei oberen und einem unteren Winkel von je 50.50.6 mm Stärke besteht. Die Außenhaut ist im Boden durchweg 7 mm stark, während die Bordwände mittschiffs gleichfalls 7 mm, an den Enden aber nur 6 mm stark sind. Die Platten am Vorsteven sind jedoch als Eisverstärkung 7,5 und 8 mm stark. Die Vorderkajüte liegt unter dem festen, stählernen Deck, während die Hinterkajüte das feste Hinterdeck überragt. Beide Kajüten sind aus Stahlblech gebaut. Der 550 mm breite 6 mm starke Stringer aus Riffelblech läuft beiderseits vom Vordeck zum Hinterdeck und in gleicher Höhe mit ihnen. Er ist durch einen 60.60.7 mm starken Stringerwinkel mit der Außenhaut verbunden und nach den Laderäumen zu mit einem 100.50.6 mm starken Winkel gesäumt, der auch auf dem Vordeck an der Seite des Laderaums herumgeführt wird. An diesem Randwinkel ist ein leichtes losnehmbares Handgeländer mit Drahtseildurchzug aufgestellt. Mit jedem zweiten Spant ist der Stringer durch kurze Balkenstücke von 50.50.6 mm Stärke und 300.300.6 mm starke Eckbleche verbunden. Vor- und Hinterdeck bestehen aus 6 mm starkem Riffelblech, das auf Deckbalken von 75.50.6 mm Stärke befestigt ist. Außer dem vorderen Sicherheitschott (*b*) sind noch 4 wasserdichte Schottwände (*a*) aus 3 bis 4 mm starkem Blech und mit guter Versteifung durch Winkel angeordnet, wodurch 3 große Laderäume von 14 bis 15 m Länge entstehen, die durch je 2 bewegliche Duchten (*c*) ausgesteift werden. Diese Duchten und die obere Säumung der Schotte bestehen aus ⊏-Stahl von 180.70.8 mm Stärke. Die beweglichen Duchten sind oben noch durch Winkel von 75.75.8 mm verstärkt und an den Enden mit senkrechten 6 mm starken Blechen versehen, durch die sie mit den Rahmenspanten und mit dem Stringer losnehmbar verbunden sind. In der Mitte werden sie durch einen ⊏-Stahl von 120.55.9.7 mm Stärke gegen den Boden abgestützt. Rings um das Schiff läuft eine eichene Scheuerleiste von 150.40 mm Querschnitt, die von 2 Halbrundstahlen von 63.32.12 mm Stärke begleitet wird. Im Vorschiff ist außerdem noch eine eichene Schutzleiste von 200.75 mm Querschnitt zwischen 2 Winkeln von 50.50.6 mm auf der Außenhaut angebracht. Der Schiffskörper wiegt 103 t, der Leertiefgang beträgt 31 bis 32 cm.

Abb. 64 bis 66 stellen ein Schiff mit Holzboden und losem Bretterdeck (Spitzdeck) dar, das 1,95 mm hoch ist und bei 1,6 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von 450 t hat. Die Schiffsformen entsprechen dem oben beschriebenen offenen Schiffe mit Holzboden (Abb. 59), ebenso im allgemeinen die Stahlstärken. Außer dem Sicherheitschott (*b*) sind aber noch 7 Schottwände (*a*) und zwei bewegliche Duchten (*c*) angeordnet, durch die der Laderaum in 7 Abteile von 5 bis 6 m Länge und in den Raum für den Köcher zerlegt wird. Die 3 Schotte in den Laderäumen reichen bis zur Stringerhöhe, dagegen die 4 an den Enden und am Köcher bis unter das Verdeck hinauf. Zu den Duchten und zur Versteifung der Schotte sind ⊏-Stahle von 160.65.10,5.7,5 mm

verwendet. Die scharfe Kimm ist etwas anders gebaut, indem die Randhölzer (Bruhnen) des sonst 117 mm starken fichtenen Bodens aus stärkerem Eichenholz hergestellt und die ⊏förmigen Bodenwrangen an den Enden aufgebogen sind. Der Boden ist vorne um 15 cm, hinten um 12,5 cm angehoben. Das Verdeck ist in üblicher Weise aus Holz gefertigt, die Rinnsparren über den Schotten und Duchten aber aus ⊏-Stahl. Die Sparren werden in der Mitte durch doppelte Firstfetten



Offenes stählernes Oderschiff mit Stahlboden, Abb. 59 bis 63.

Abb. 59 und 60. Ansichten von Heck und Bug 1 : 180.

Abb. 61 und 62. Grundriß von Heck und Bug 1 : 180.

Abb. 63. Querschnitt durch den Laderaum 1 : 60.

Stählernes Oderschiff mit Holzboden und Bretterdeck, Abb. 64 bis 66.

Abb. 64. Ansicht 1 : 300.

Abb. 65. Grundriß 1 : 300.

Abb. 66. Querschnitt 1 : 100.

Abb. 67. Querschnitt mit Stahlboden 1 : 100.

(Streichbäume) unterstützt, so daß der niedergelegte Mast unter dem Verdeck gelagert werden kann. Der Schiffskörper wiegt 132 t, der Leertiefgang beträgt 37 bis 38 cm.

Zum Vergleich ist in Abb. 67 der Querschnitt eines ebenso großen und ebenso angeordneten Schiffes mit stählernem Boden und runder Kimm mitgeteilt. Diese ist nach einem Halbmesser von 200 mm gekrümmt und besteht aus 7 mm starkem Blech, während der Boden 6 und 7 mm stark, im übrigen aber genau wie bei dem früher beschriebenen offenen Schiff mit Stahlboden gebaut ist. Das Gewicht dieses Schiffskörpers beträgt nur 116 t, also 16 t weniger als mit Holzboden. Daher hat dies Schiff nur einen Leertiefgang von 33 bis 34 cm, also 4 cm weniger. Das bedeutet für den Schiffer einen beträchtlichen wirtschaftlichen Gewinn, da er bei jeder Reise 16 t mehr laden kann. Die Mehrkosten dieses Stahlbodens belaufen sich auf etwa 1000 Mark.

Nach den amtlichen Eichungen im Gebiet der Oder und der Märkischen Wasserstraßen wurde eine Zahl der in den letzten Jahren neuerbauten Oderschiffe miteinander verglichen und es ergaben sich nachstehende Grenz- und Durchschnittwerte:

Schiffe nach Finowmaß, rund 40 m lang und 4,6 m breit:

1. Offene, hölzerne[1]): es wurden 30 Schiffe verglichen:

Kleinste Seitenhöhe	1,96	bis 2,1 m,	im	Mittel	2,01 m
Leertiefgang	0,31	» 0,39 »	»	»	0,34 »
Tiefgang beladen	1,71	» 1,85 »	»	»	1,77 »
Tragfähigkeit	221	» 244 t	»	»	231 t
Völligkeitsgrad des Eichraums	0,883	» 0,901	»	»	0,894

2. Offene, stählerne mit Holzboden: es wurden 10 Schiffe verglichen:

Kleinste Seitenhöhe	1,99	bis 2,13 m,	im	Mittel	2,07 m
Leertiefgang	0,33	» 0,43 »	»	»	0,38 »
Tiefgang beladen	1,74	» 1,88 »	»	»	1,83 »
Tragfähigkeit	224	» 249 t	»	»	237 t
Völligkeitsgrad des Eichraums	0,907	» 0,92	»	»	0,914

3. Gedeckte, stählerne mit Holzboden: es wurden 15 Schiffe verglichen:

Kleinste Seitenhöhe	2,11	bis 2,18 m,	im	Mittel	2,14 m
Leertiefgang	0,38	» 0,46 »	»	»	0,42 »
Tiefgang beladen	1,86	» 1,93 »	»	»	1,89 »
Tragfähigkeit	236	» 249 t	»	»	242 t
Völligkeitsgrad des Eichraums	0,904	» 0,922	»	»	0,915

Schiffe nach Breslauer Maß, rund 55 m lang und 8 m breit:

1. Offene, hölzerne[1]): es wurden 6 Schiffe verglichen:

Kleinste Seitenhöhe	1,96	bis 2,07 m,	im	Mittel	2,00 m
Leertiefgang	0,30	» 0,32 »	»	»	0,31 »
Tiefgang beladen	1,71	» 1,82 »	»	»	1,75 »
Tragfähigkeit	525	» 554 t	»	»	536 t
Völligkeitsgrad des Eichraums	0,862	» 0,885	»	»	0,876

Diese Schiffe werden selten gebaut.

2. Offene, stählerne mit Holzboden: es wurden 12 Schiffe verglichen:

Kleinste Seitenhöhe	2,01	bis 2,1 m,	im	Mittel	2,05 m
Leertiefgang	0,34	» 0,4 »	»	»	0,36 »
Tiefgang beladen	1.76	» 1,84 »	»	»	1,79 »
Tragfähigkeit	532	» 570 t	»	»	547 t
Völligkeitsgrad des Eichraums	0,883	» 0,905	»	»	0,896

3. Offene, stählerne mit Stahlboden: es wurden 12 Schiffe verglichen:

Kleinste Seitenhöhe	1,91	bis 2.02 m,	im	Mittel	1,95 m
Leertiefgang	0,32	» 0,33 »	»	»	0,32 »
Tiefgang beladen	1.66	» 1,77 »	»	»	1,70 »
Tragfähigkeit	518	» 564 t	»	»	533 t
Völligkeitsgrad des Eichraums	0,898	» 0,907	»	»	0,903

1) Aber mit Spanten aus Eisen oder Stahl.

4. Gedeckte stählerne Schiffe: a) 10 niedrigere Schiffe:

Kleinste Seitenhöhe	1,97	bis	2,05 m,	im Mittel	2,02 m
Leertiefgang	0,36	»	0,48 »	» »	0,41 »
Tiefgang beladen	1,72	»	1,78 »	» »	1,76 »
Tragfähigkeit	502	»	543 t	» »	517 t
Völligkeitsgrad des Eichraums . .	0,883	»	0,905	» »	0,896

b) 5 höhere Schiffe:

Kleinste Seitenhöhe	2,21	bis	2,23 m,	im Mittel	2,22 m
Leertiefgang	0,35	»	0,43 »	» »	0,40 »
Tiefgang beladen	1,96	»	1,98 »	» »	1,97 »
Tragfähigkeit	592	»	615 t	» »	605 t
Völligkeitsgrad des Eichraums . .	0,889	»	0,915	» »	0,903

Die Mehrzahl der gedeckten Schiffe hat Holzboden.

Klodnitz-Kanalschiff, Abb. 68 bis 70.

Abb. 68. Längsschnitt 1 : 300.

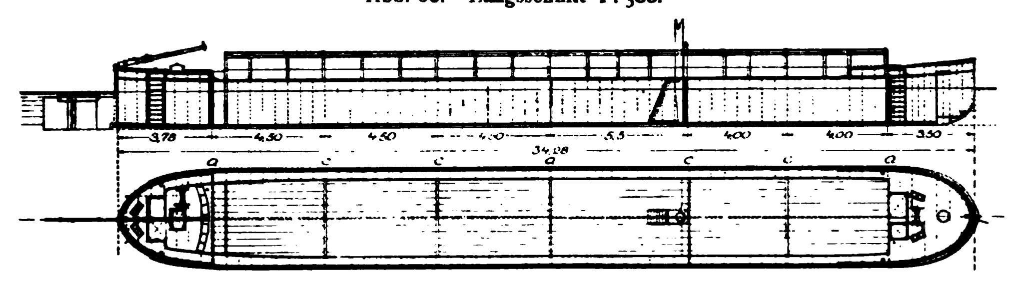


Abb. 69. Grundriß 1 : 300.

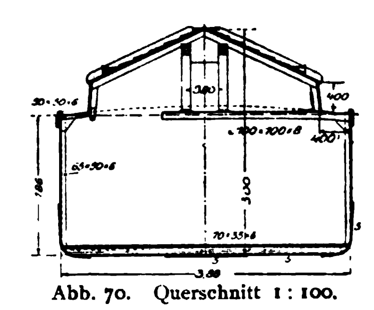


Abb. 70. Querschnitt 1 : 100.

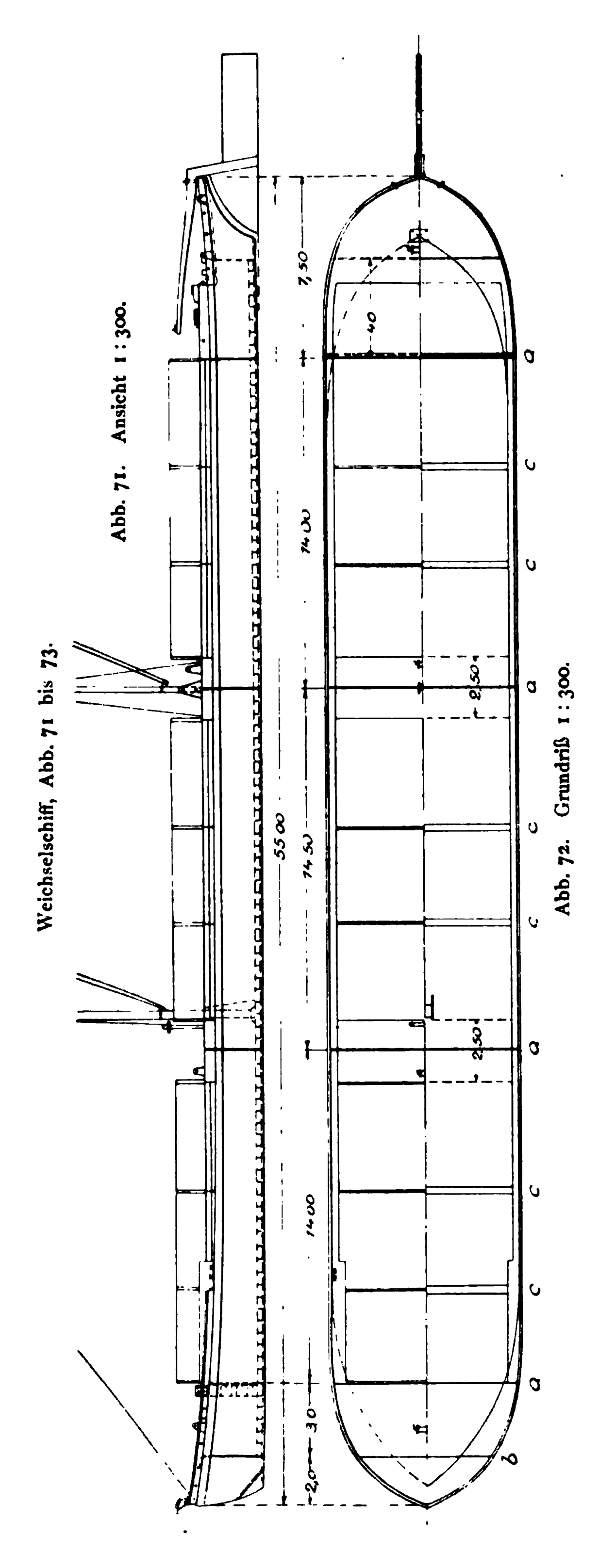
10. Das Klodnitz-Kanalschiff (Abb. 68 bis 70) wird in seinen Abmessungen durch die Größe der Schleusen dieser Wasserstraße (S. 45) bestimmt, von denen die kleinste eine nutzbare Länge von 35,33 m und eine nutzbare Breite von 4,08 m hat[1]). Das dargestellte, ganz aus Stahl gebaute Schiff ist dementsprechend 34,28 m über alles lang und 3,95 m über den Scheuerleisten breit. Die kleinste Seitenhöhe ist 1,86 m und die Tragfähigkeit bei 1,4 m Tauchtiefe 136 t, bei 1,6 m Tauchtiefe 162 t.

Die Form ist ziemlich völlig: der Vorsteven oben senkrecht, unten stark gekrümmt, so daß der Bug im unteren Teile löffelförmig wird; der Hintersteven ist senkrecht, das Heck hat angenähert die Form eines halben Zilinders. Die Kimm ist nach einem Halbmesser von 200 mm abgerundet. Das Ruder ist fest mit dem Hintersteven verbunden und wird durch eine Steuerpinne (Helmholz) bewegt. Das Ruderblatt wird in der Schleuse zusammengeklappt; auch die Pinne kann durch Abnahme des beweglichen Handgriffs verkürzt werden. Die 65 · 50 · 6 mm starken Spanten stehen in 500 mm Abstand und sind am Boden durch 78 · 72 · 5 mm starke Winkel zu Bodenwrangen verstärkt. Der Boden wird im Laderaum durch ein unvollständiges Kielschwein in ⊥-Form von 70 · 35 · 6 mm Stärke ausgesteift. Die Außenhaut ist im Boden und Kimmgang

1) Die Angaben auf S. 45 sind nicht ganz genau.

5 mm, im Seiten- oder Schergang 4 mm stark. Der 400 mm breite Stringer aus Riffelblech ist durch einen 50 · 50 · 6 mm starken Stringerwinkel mit der Außenhaut verbunden und an der Seite des Laderaums durch einen 65 · 50 · 5 mm starken Winkel gesäumt, der die Deckstützen trägt. Der Laderaum wird durch 3 Schotte (*a*) aus versteiftem Blech von 3 und 2,5 mm Stärke in 2 Teile zerlegt, die durch je 4 Duchten (*c*) aus 100 · 100 · 8 mm starken Winkeln versteift werden. Das Gewicht des rohen Schiffskörpers beträgt 33 t, der Ausrüstung (einschließlich der Ankerwinden u. dgl.) und Mannschaft 4,2 t, das tote Gewicht mithin 37 t. Die Verdrängung bei 1,6 m Tauchung ergibt sich zu 37 + 162 = 199 t. Der Völligkeitsgrad der Verdrängung ist 0,934. Der Leertiefgang ist 0,3 m und der Völligkeitsgrad des Eichraums = 0,937. Es verkehren auf dem Kanal auch hölzerne Schiffe mit ähnlichen Abmessungen.

11. Das Weichselschiff (Abb. 71 bis 73). In neuerer Zeit werden auf der Weichsel Lastschiffe in größeren Abmessungen hergestellt, die nach



Weichselschiff, Abb. 71 bis 73.

Abb. 71. Ansicht 1 : 300.

Abb. 72. Grundriß 1 : 300.

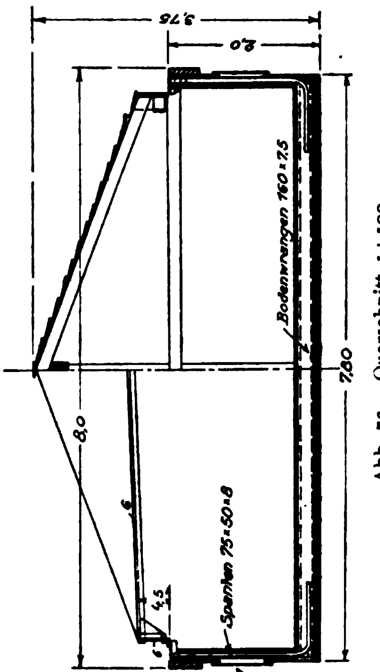


Abb. 73. Querschnitt 1 : 100.

dem in der Ausführung begriffenen Ausbau der Oder-Weichsel-Wasserstraße (S. 207) und namentlich nach der Erweiterung des Bromberger Kanals auch bis zur Oder und nach Berlin werden gelangen können. Das abgebildete Schiff hat eine Länge über alles von 55 m, eine größte Breite von 8 m und mithin die Größe der Oderschiffe nach Breslauer Maß. Ziemlich völlig gebaut und 2 m hoch wird es bei einer Tauchtiefe von 1,75 m etwa 500 t tragen.

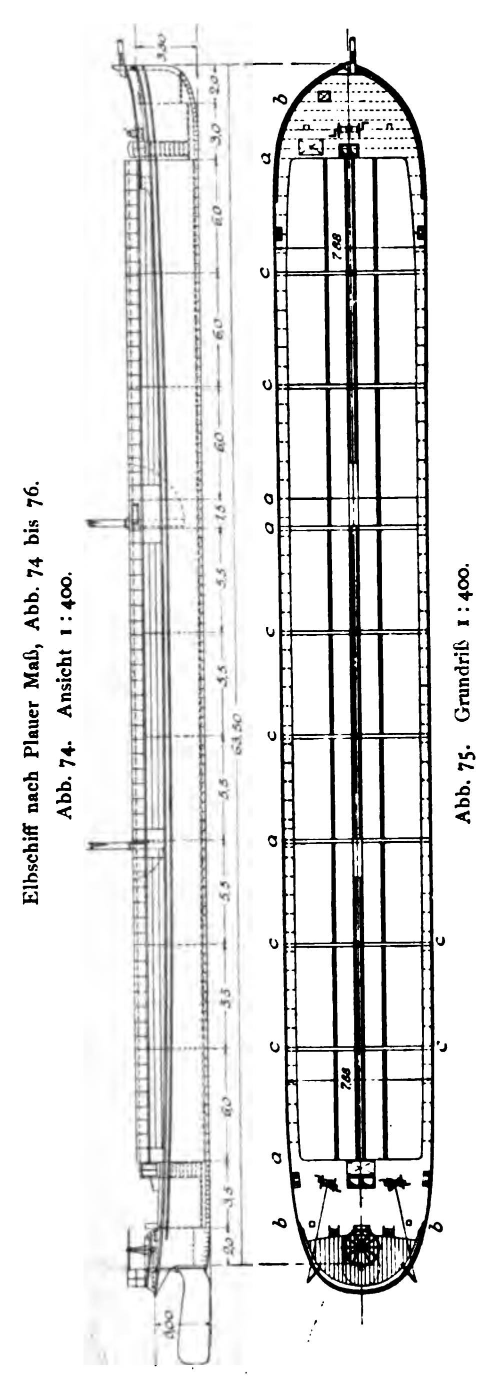
Es hat hölzernen Boden und stählerne Wrangen, Spanten, Stringer u. dgl. Außer dem vorderen Sicherheitschott (*b*) sind noch 4 Schotte (*a*) eingebaut, die den Laderaum in drei Teile zerlegen. Jeder Teil wird ferner durch 2 hölzerne Duchten (bei *c*) versteift. Über den beiden mittleren Schottwänden sind in 2,5 m Breite feste stählerne Decks angeordnet, die seitlich auf tennebaumartigen, 450 mm hohen Rieswänden aus Blech ruhen. Über den übrig bleibenden Teilen der Laderäume befinden sich hölzerne Verdecke aus losen Brettern (Spitzdecks). Der 400 mm breite, 7 mm starke Stringer reicht beiderseits von der hinteren Kajüte bis zur vorderen und ist im Vorschiff als Bordgang (Laufbank) verbreitert. Der vordere größere Mast steht, wie im Osten üblich, auf dem Boden, während der kleinere, hintere auf dem eisernen Mitteldeck in eisernem Köcher, wie auf den Rheinschiffen, beweglich ist. Es ist Sprietsegeltakelung vorgesehen. Die Kimm ist scharf und durch Kimmwinkel verstärkt. Lehnung ist nicht vorhanden, aber ein Sprung im Boden.

Außer den schon beschriebenen Wittinnen (3) verkehren auf der Weichsel auch Galler, die den Wittinnen ähnlich, aber mehr prahmartig nur für eine Talfahrt gebaut sind und höchstens eine Tragfähigkeit von 75 t haben. Andere dort vorkommende Schiffe von etwa 40 m Länge und 4,5 m Breite werden Gabaren genannt.

12. Das Elbschiff nach Plauer Maß (Abb. 74 bis 76). Für die von der Elbe durch den Plauer Kanal (S. 43) und durch die Havel nach Berlin führenden Wasserstraßen sind als größte zulässige Abmessungen 65 m Länge über alles und 8 m Breite über den Scheuerleisten festgesetzt. Daraus hat sich diese Schiffsform entwickelt. Sie unterscheidet sich hinsichtlich der Völligkeit nicht von den Oderschiffen nach Breslauer Maß, übertrifft sie nur in der Länge um 10 m. Die Schiffe werden ebenso wie die vorbeschriebenen sowohl aus Holz, wie aus Holz und Stahl, als auch ganz aus Stahl erbaut, offen oder gedeckt. Das dargestellte Schiff ist beachtenswert, weil es ganz aus Stahl erbaut, mit Plattendeck, zwei Masten, übergebautem Heck und festem Steuerruder mit wagerechtem Handrad versehen ist, mithin Ähnlichkeit mit den Rheinschiffen hat. Diese Neuerungen im Bau der Elbschiffe, die sonst ebenso gebaut wurden wie die Oderschiffe, sind nicht sehr verbreitet: Sie finden zwar in neuerer Zeit bis auf das Steuerruder allmählich Eingang; gegen dieses haben aber die Elbschiffer eine große Abneigung.

Das Schiff hat eine Länge von 65 m über alles und 63,5 m zwischen den Loten, eine Breite von 8 m über den Scheuerleisten und 7,88 m auf den Spanten und eine kleinste Seitenhöhe von 2,2 m. Bei 1,8 m Tiefgang ist seine Tragfähigkeit etwa 660 t, bei 2 m etwa 750 t. Die 78.55.8 mm starken Spanten stehen in 500 mm Abstand. Die Bodenwrangen bestehen im Laderaum aus C-Stahl von 180.70.11.8 mm Stärke, im Vor- und Hinterschiff sind sie aus Blechen und Winkeln gebildet. 2 unvollständige Kielschweine in ⊥-Form von 90.45.10 mm laufen über den Bodenwrangen durch den ganzen Laderaum. Die Außenhaut ist im Boden 7 mm stark, in der Kimm und in den Seitengängen nimmt die Stärke von 8 auf 7 und von 7 auf 6 mm ab, während am

Bug die Platten 8 mm stark sind. Der Stringer aus Riffelblech ist 500 mm breit, 8 mm stark und nach dem Laderaum zu mit einem 200.90.9 mm starken Winkel (als Luksüll) gesäumt. Es sind im ganzen 13 Schottwände angeordnet, von denen je ein Sicherheitschott (*b*) sowohl im Vorschiff wie im Hinterschiff vorhanden ist. 5 Schotte (*a*) an den Kajüten und bei den Masten reichen bis unter das Verdeck, die anderen 6 (*c*) nur bis zum Stringer und zerlegen den Laderaum in 9 Abteile von 5,5 m und 6 m Länge. An den Enden des Laderaums und an den Masten sind tennebaumartige Rieswände aus 5 mm starkem Blech aufgesetzt und mit dem Luksüll verbunden, die 1 bis 3 m lang sind. Die dazwischen liegenden Teile des Verdecks sind durch hölzerne Seitenverschläge abgeschlossen. Die die Lukendeckel tragenden Sparren ruhen in der Schiffsmitte auf 2 hölzernen Balken und an den Seiten auf kurzen hölzernen Pfosten (»Beistecksel«), die ähnlich wie bei dem Bretterdeck von eisernen am Luksüll angebrachten Schuhen gehalten werden. Für die beiden Maste sind Köcher aus Blech hergestellt. Der Schiffskörper wiegt etwa 150 t.



Elbschiff nach Plauer Maß, Abb. 74 bis 76.

Abb. 74. Ansicht 1 : 400.

Abb. 75. Grundriß 1 : 400.

Die meisten Schiffe nach Plauer Maß werden noch mit Holzboden und Wippruder, zum Teil mit Plattendeck, zum Teil mit losem

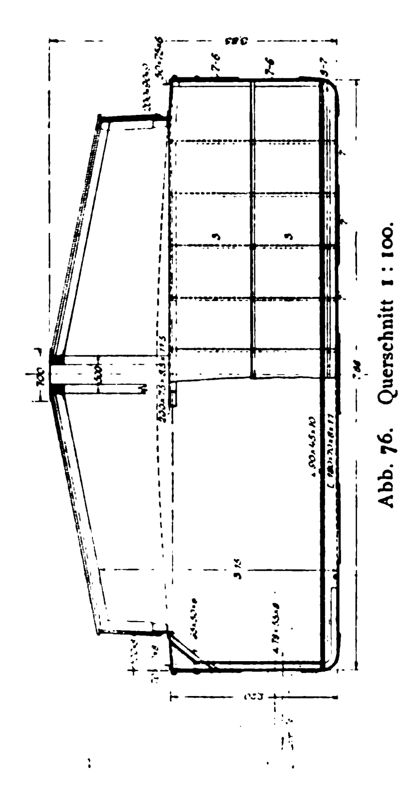
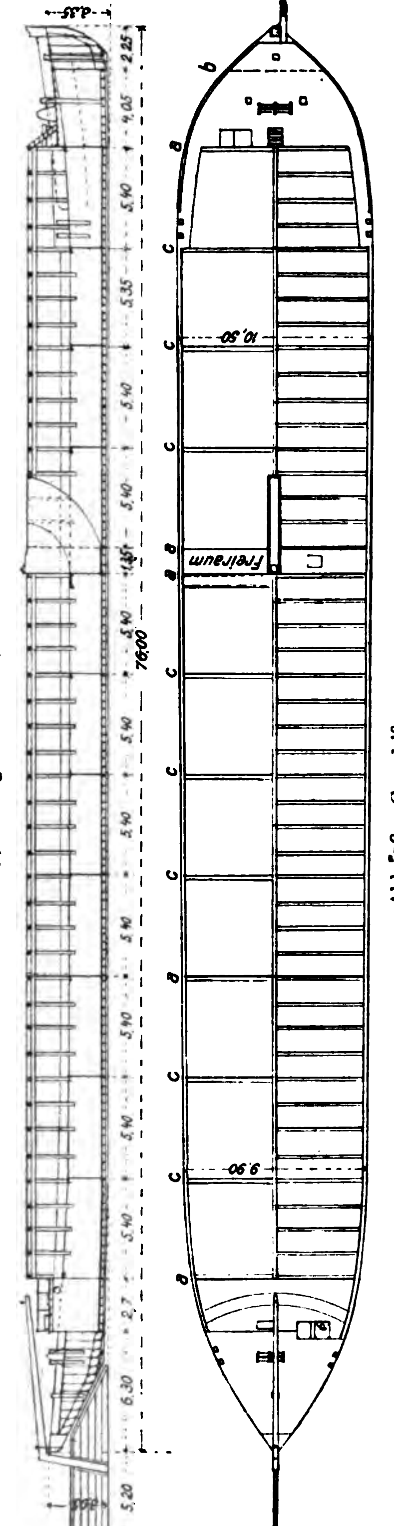


Abb. 76. Querschnitt 1 : 100.

Bretterdeck gebaut. Aus 5 neuen Schiffen dieser Art ergaben sich nach den Eichungen folgende Grenz- und Durchschnittwerte:

Kleinste Seitenhöhe . . .	2,02 bis 2,29 m,
im Mittel 2,20 m,	
Leertiefgang	0,34 bis 0,43 m,
im Mittel 0,37 m,	
Tiefgang beladen	1,73 bis 2,22 m,
im Mittel 1,89 m,	
Tragfähigkeit	625 bis 754 t,
im Mittel 692 t,	
Völligkeitsgrad des Eichraums	0,882 bis 0,910,
im Mittel 0,894.	

13. Das Elbschiff mit Holzboden und Bretterdeck (Abb. 77 bis 79) ist jetzt das gebräuchlichste Fahrzeug auf der Elbe selbst. Es wird in verschiedenen, immer wachsenden Größen gebaut, selten unter



Elbschiff mit Holzboden und Bretterdeck, Abb. 77 bis 79.

Abb. 77. Längsschnitt 1 : 400.

Abb. 78. Grundriß 1 : 400.

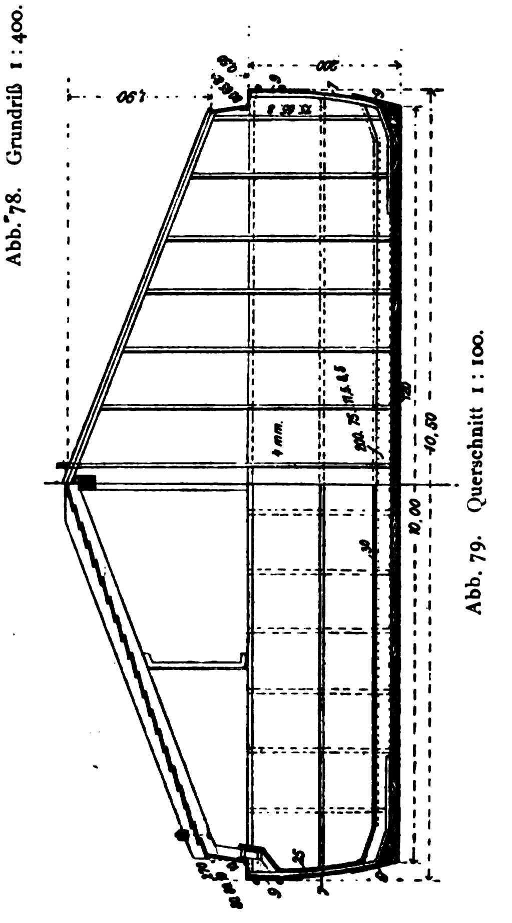


Abb. 79. Querschnitt 1 : 100.

600 t Tragfähigkeit. Das in den Bildern dargestellte ist 76 m über alles lang und hat eine größte Breite über den Spanten von 10,5 m. Die kleinste Seitenhöhe bis zum Stringer ist 2 m. Bei einem Tiefgange von 1,8 m beträgt die Tragfähigkeit 940 t. Das Schiff hat Lehnung von 250 mm, einen Ablauf im Mittelschiff von 0,6 m und scharfe Kimm.

Die 75 · 65 · 8 mm starken Spanten stehen in Entfernungen von je 450 mm. Die ⊏förmigen Bodenwrangen sind 200 · 75 · 11,5 · 8,5 mm stark und an den Enden aufgebogen. Der 270 · 10 mm starke Stringer läuft vom stählernen Hinterdeck bis zum vorderen, etwa 900 mm breiten Bordgang, ist mit der Bordwand durch einen 80 · 80 · 10 mm starken Stringerwinkel verbunden und nach dem Laderaum zu mit einem 80 · 65 · 8 mm starken Winkel gesäumt. Außer dem vorderen Sicherheitschott (*b*) sind noch 13 Schotte angeordnet, von denen 5 (*a*) bis unter das Verdeck und die übrigen (*c*) nur bis zum Stringer reichen. Alle Schotte sind in Stringerhöhe durch ⊏förmige Duchten von gleicher Stärke wie die Bodenwrangen und durch Winkel versteift. Durch die beiden Schotte am Mastköcher werden zwischen diesem und den Bordwänden 2 sogenannte Freiräume abgetrennt, die durch Blech abgeschlossen und von oben durch je eine Luke zugänglich sind. Im übrigen werden durch die Schotte 3 große oder 11 kleinere Laderäume (von je 5,4 m Länge) abgeteilt. Der Leertiefgang des Schiffes wird zu 39 cm angegeben. Es ist im allgemeinen nicht sehr fest gebaut. Zuweilen wird neuerdings der Holzboden durch vollständige oder unvollständige Kielschweine verstärkt, wie bei Schiffen mit Stahlboden.

14. Das Elbschiff mit Stahlboden und Plattendeck (Abb. 80 bis 83) zeigt gegen das vorbeschriebene wesentliche Unterschiede und scheint in neuester Zeit sich auf der Elbe einzubürgern. Es ist gleichfalls 76 m über alles lang und 10,5 m über den Spanten breit, dagegen 2,2 m hoch, ohne Lehnung und mit runder Kimm gebaut. Das Mittelschiff zeigt einen Ablauf von 0,4 m. Bei einem Tiefgang von 1,9 m ist die Tragfähigkeit etwa 1 000 t. Da für das Schiff ein größter Tiefgang von 2,2 m (bis zum Bordgang) zulässig ist, würde bei diesem Tiefgange eine Tragfähigkeit von 1 200 t vorhanden sein. Der Bug sowie das Heck haben angenäherte Löffelformen, wenigstens in den unteren Teilen.

Die 75 · 65 · 8 mm starken Spanten haben einen Abstand von je 500 mm. Die 300 · 7 mm starken Bodenwrangen sind an jedem zweiten Spant angeordnet. Dort haben die Spanten am Boden nur die Stärke von 60 · 60 · 7 mm und ebenso stark sind die Gegenspanten, die die Bodenwrangen oben säumen. Die den Fußboden tragenden Flurwinkel an den Spanten ohne Bodenwrangen sind 50 · 50 · 5 mm stark und durch ebenso starke senkrechte Winkelstücke gegen die Bodenspanten abgestützt. Der Boden wird durch 3 vollständige Kielschweine aus 360 mm hohen, 7 mm starken Blechen versteift, die oben durch je 2, unten durch je einen Winkel von 60 · 60 · 7 mm Stärke gesäumt sind. Die Außenhaut ist im Boden 8, im Kimmgang 9, im Schergang 8, im Seitengang vorne gleichfalls 8, mittschiffs und hinten aber nur 7 mm stark. Der 500 mm breite Stringer ist mittschiffs 8 mm, vorne und hinten nur 7 mm stark. Er ist mit der Bordwand durch einen 80 · 80 · 10 mm starken Stringerwinkel verbunden und trägt oben an der Wasserseite einen 60 · 30 · 10 mm starken Fußschutzwinkel und an der Seite des Laderaums einen 70 · 70 · 7,5 mm starken Winkel, an dem der durchlaufende 1 m hohe, 6 mm starke Tennebaum befestigt ist. Die den Stringer an jedem Spant stützenden 60 · 60 · 7 mm starken Deckbalken sind aufgebogen und versteifen den Tennebaum bis nahe an dessen Oberkante. Diese ist durch einen ebenso starken wagerechten Winkel und eine Leiste aus Eichenholz gesäumt, auf der die Sparren und Lukendeckel (Decktafeln) ruhen. Außer dem vorderen Sicherheitschott (*b*) sind noch 13 Schottwände eingebaut, von denen 5 (*a*) bis unter das Verdeck und die anderen 8 (*c*) nur bis zum Stringer reichen — genau wie bei dem vorbeschriebenen Schiffe. Der Tennebaum ist gegen die niedrigen Schotte durch starke Eckbleche abgesteift. Durch den durchlaufenden stählernen Tennebaum, der eine bedeutende Längsversteifung darstellt, unterscheidet sich dies Schiff wesentlich von dem

Elbschiff mit Stahlboden und Plattendeck, Abb. 80 bis 83.

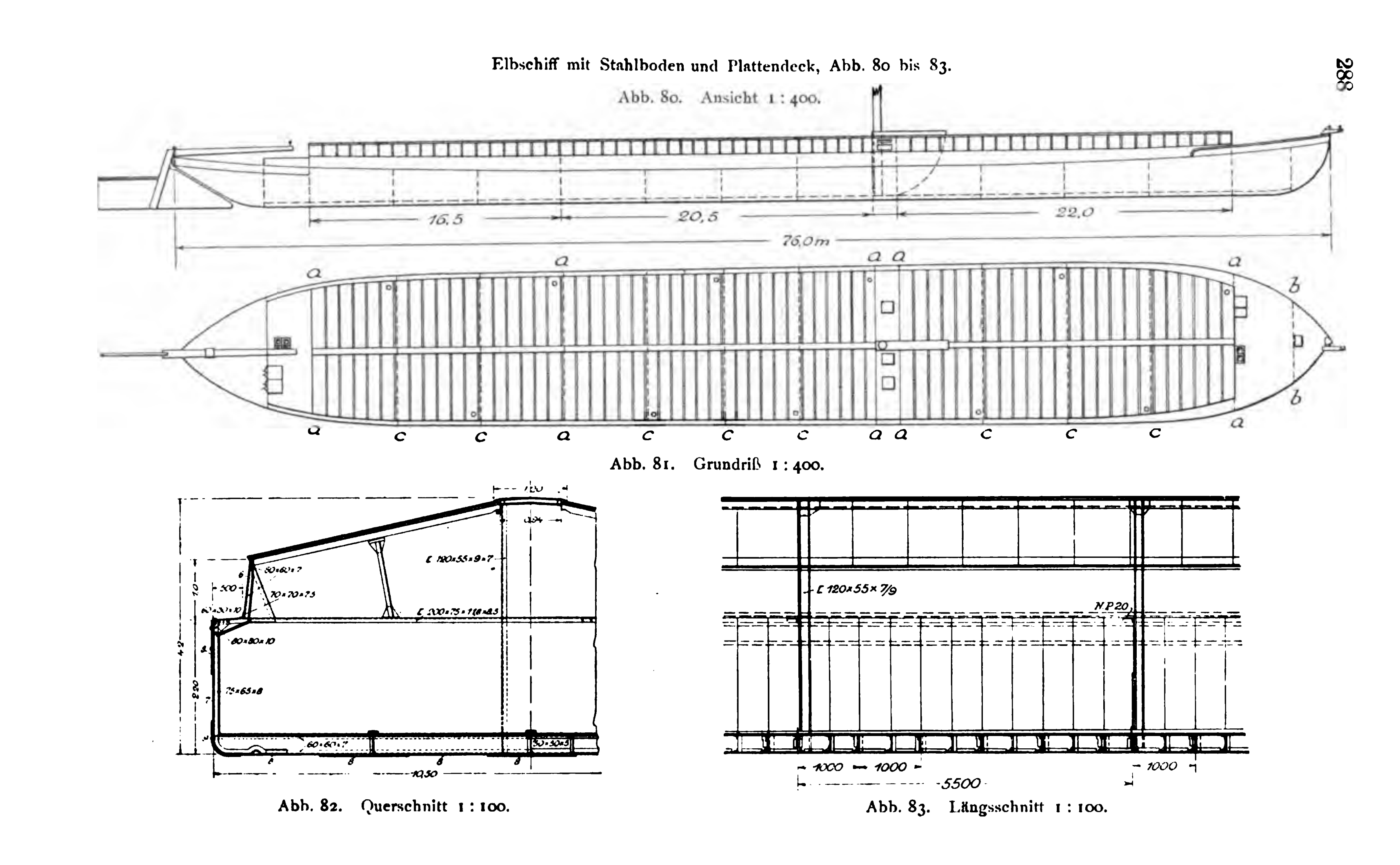


Abb. 80. Ansicht 1 : 400.

Abb. 81. Grundriß 1 : 400.

Abb. 82. Querschnitt 1 : 100.

Abb. 83. Längsschnitt 1 : 100.

unter Nr. 12 beschriebenen Elbschiff nach Plauer Maß; noch mehr vielleicht durch die stählernen mittleren Deckstützen und Firstbalken. Die Sparren und Lukendeckel ruhen nämlich in der Mitte auf 2 stählernen Lukenbalken (Firstbalken) in ⅂-Form von 160 · 70 · 11 · 8,5 mm Stärke, die gegen einander durch wagerechte Winkel und die 1200 mm breite 6,5 mm starke Firstplatte (Deckstülpe) versteift und mittels Knotenblechen und ⊏förmigen Stützen von 120 · 55 · 9 · 7 mm Stärke fest mit den Duchten, Schottwänden und dem Schiffsboden verbunden sind. Diese durchlaufenden Lukenbalken bilden also mit der Firstplatte eine neue Längsversteifung des Schiffskörpers, die umso wirksamer ist, weil sie sich in großem Abstande vom Boden befindet. Abb. 83 zeigt einen Teil des Längenschnitts, aus dem die Anordnung ersichtlich sein dürfte. Durch diese feste Bauart des Decks wird allerdings das Eigengewicht des Schiffskörpers vergrößert. Der Leertiefgang dieses Schiffes wird zu 38 cm angegeben.

Zurzeit werden die Elbschiffe mit Plattendeck vorwiegend noch mit **Holzboden** versehen. Aus 20 neuen Schiffen ergaben sich im Jahre 1909 folgende Grenz- und Durchschnittwerte:

Länge über alles	71,33	bis	79,34 m,	im	Mittel	75,14 m
Größte Breite	9,98	»	11,88 »	»	»	10,59 »
Kleinste Seitenhöhe bis Stringer	2,00	»	2,17 »	»	»	2,10 »
Leertiefgang	0,36	»	0,44 »	»	»	0,39 »
Tiefgang beladen	1,85	»	2,13 »	»	»	2,00 »
Tragfähigkeit	927	»	1197 t	»	»	1 094 t
Völligkeitsgrad des Eichraums	0,858	»	0,898	»	»	0,881.

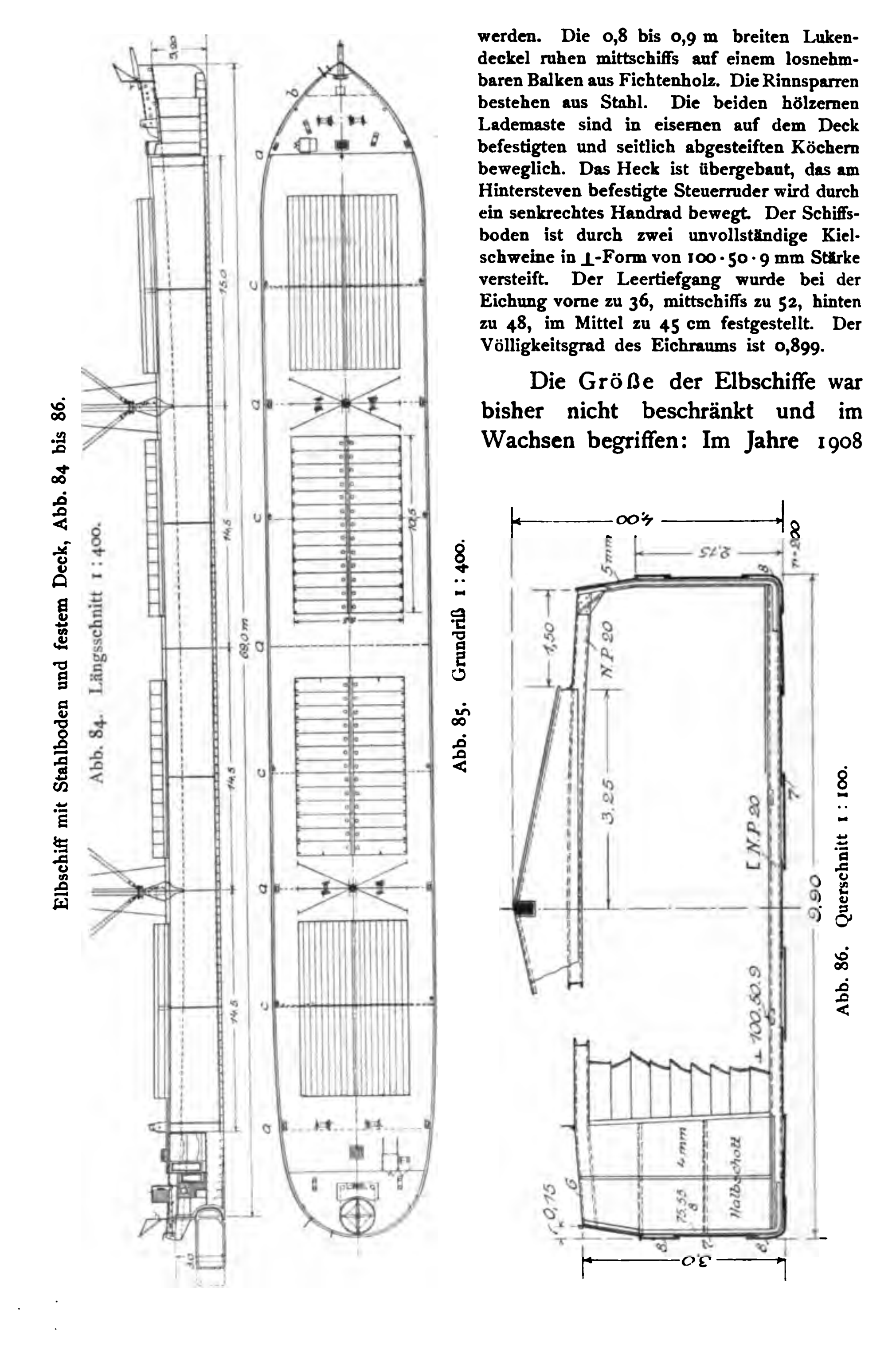
Die vorbeschriebene Anordnung des Plattendecks wird oft so abgeändert, daß man zum Zweck des leichteren Ladens und Löschens den Tennebaum nicht durchlaufen läßt, sondern ihn nur an jeder Schottwand auf 1 bis 3 m Länge aus festem Stahlblech herstellt, die Zwischenräume aber durch losnehmbare Bretterverschläge abschließt, wie das ähnlich bei Nr. 11 und 12 beschrieben wurde. Dadurch verliert der Tennebaum seine Bedeutung als Längsversteifung. Auch bei der amtlichen Eichung (S. 252) kann dieser unvollständige Tennebaum nicht in die Freibordhöhe eingerechnet werden, wodurch sich für das betreffende Schiff unter Umständen eine geringere Tragfähigkeit ergibt.

15. **Das Elbschiff mit Stahlboden und festem Deck** (Abb. 84 bis 86) zeigt eine neuere, seltene, aber beachtenswerte Form. Vor- und Hintersteven stehen im allgemeinen senkrecht, Bug und Heck sind im unteren Teile keilförmig, ähnlich wie bei Dampfschiffen und Seeschiffen. Ein wesentlicher Unterschied gegen das vorbeschriebene Schiff beruht darin, daß die Bordwände um die Höhe des Tennebaums erhöht und auf dem **festen**, darüber liegenden Deck große mit kräftigen Luksüllen umrahmte Luken angeordnet sind, die mit den üblichen Lukendeckeln geschlossen werden. Die Festigkeit des Schiffskörpers wird durch dieses hochliegende feste stählerne Deck bedeutend erhöht. Das Schiff ist 69 m zwischen den Loten und 70,5 m über alles lang, die größte Breite beträgt 9,9 m, die Seitenhöhe in der Mitte bis zum Deck 3 m. Die Tragfähigkeit ist bei 1,55 m Tiefgang 700 t, bei 1,9 m Tiefgang 900 t, bei 2,05 m Tiefgang 1 000 t, bei 2,58 m Tiefgang 1 298 t. Das Schiff hat weder Lehnung noch Ablauf und runde Kimm.

Ein besonderer Stringer fehlt mit Rücksicht auf das feste Deck aus 5 und 6 mm starkem Stahlblech. Außer dem vorderen Sicherheitschott (*b*) sind noch 9 Schottwände vorhanden, von denen 5 wasserdichte bis unter Deck reichen (*a*) und in der Mitte der 4 Laderäume 4 Halbschotte (*c*) angeordnet sind, die durch bewegliche Bretterverschläge verbunden werden (Abb. 86). So entstehen 8 Laderäume. Die Deckbalken an jedem Spant (in 500 mm Abstand) bestehen aus Winkeln von 75 · 55 · 8 mm Stärke, an den Giebeln der Luken aber aus ⊏-Stahl von Normalprofil 20. Die vollen Schottwände werden in der Höhe der äußeren Wallschienen (Scheuerleisten) durch ⊏förmige Duchten von gleichem Querschnitt versteift. Die 4 Luken sind 10,5 · 6,5 m groß und durch Luksülle eingefaßt, die aus Winkeln und Wulsteisen von 200 · 9 mm Stärke gebildet

werden. Die 0,8 bis 0,9 m breiten Lukendeckel ruhen mittschiffs auf einem losnehmbaren Balken aus Fichtenholz. Die Rinnsparren bestehen aus Stahl. Die beiden hölzernen Lademaste sind in eisernen auf dem Deck befestigten und seitlich abgesteiften Köchern beweglich. Das Heck ist übergebaut, das am Hintersteven befestigte Steuerruder wird durch ein senkrechtes Handrad bewegt. Der Schiffsboden ist durch zwei unvollständige Kielschweine in ⊥-Form von 100 · 50 · 9 mm Stärke versteift. Der Leertiefgang wurde bei der Eichung vorne zu 36, mittschiffs zu 52, hinten zu 48, im Mittel zu 45 cm festgestellt. Der Völligkeitsgrad des Eichraums ist 0,899.

Die Größe der Elbschiffe war bisher nicht beschränkt und im Wachsen begriffen: Im Jahre 1908



Elbschiff mit Stahlboden und festem Deck, Abb. 84 bis 86.

Abb. 84. Längsschnitt 1 : 400.

Abb. 85. Grundriß 1 : 400.

Abb. 86. Querschnitt 1 : 100.

wurde auf einer Tetschener Werft ein Schiff für einen deutschen Schiffseigener gebaut, das eine Länge über alles von 84,5 m, eine größte Breite von 11,8 m und eine kleinste Seitenhöhe von 2,3 m hat. Bei der Eichung ergab sich der Leertiefgang zu 42 cm und bei 2 m Tauchung betrug die Tragfähigkeit 1434 t. Durch die preußische Verordnung vom 25. November 1911 ist aber bestimmt worden, daß künftig neu gebaute Elbschiffe höchstens 76 m Länge von Vorderkante des Vorstevens bis Hinterkante des Hinterstevens und eine größte Breite von 11 m haben dürfen. Dies ist die erste schiffahrtpolizeiliche Beschränkung der Schiffe auf offenen Strömen.

Die Saaleschiffe werden durch die Abmessungen der Schleusen bestimmt, die auf der Strecke von der Mündung in die Elbe bis Halle (S. 200) eine nutzbare Länge von 56,5 m und eine geringste nutzbare Breite von 6,12 m haben. Die Bauart ist dieselbe wie auf Elbe und Oder: entweder aus Holz mit eisernen Spanten oder aus Stahl mit Holzboden; entweder offen oder mit Bretterdeck. Aus dem Vergleich von 20 neueren Schiffen ergaben sich folgende Grenz- und Durchschnittwerte:

Länge über alles	51,00	bis	51,58 m,	im	Mittel	51,30 m
Größte Breite	6,00	»	6,04 »	»	»	6,02 »
Kleinste Seitenhöhe bis Schandeck.	1,95	»	2,30 »	»	»	2,16 »
Leertiefgang.	0,36	»	0,42 »	»	»	0,39 »
Tiefgang beladen	1,66	»	2,05 »	»	»	1,90 »
Tragfähigkeit	336	»	451 t	»	»	412 t
Völligkeitsgrad des Eichraums . .	0,836	»	0,909	»	»	0,895.

Lastschiffe auf den Wasserstraßen Westdeutschlands.

Die Wasserstraßen im Stromgebiete des Rheins, der Ems und der Weser stehen zurzeit noch nicht mit einander in Verbindung. Diese wird erst durch den im Bau begriffenen Kanal vom Rhein zur Weser hergestellt werden. Infolge dieses Umstandes haben sich die Schiffe in diesen drei Stromgebieten im allgemeinen unabhängig von einander ausgebildet.

Vom Rheingebiete sollen zunächst die auf dem Hauptstrome verkehrenden Lastschiffe besprochen werden, die sich in ihrer Form und Einrichtung erheblich von denen auf den östlichen Wasserstraßen unterscheiden[1]). Sie haben in der Regel weder eine Lehnung noch einen Sprung im Boden; dagegen zeigt das Deck meistens einen sehr beträchtlichen Sprung. Die Kimm ist rund. Der Hintersteven steht fast immer senkrecht und trägt das feste Ruder, während bei den Schiffen aus Eisen und Stahl das Heck übergebaut ist. Alle gedeckten Schiffe haben einen durchlaufenden Bordgang und einen Tennebaum, der die Festigkeit in der Längsrichtung vermehrt und außerdem als Freibord dient. Auf diesem Tennebaum liegt das lose Plattendeck, dessen Sparren (»Merklinge«) und Lukendeckel[2]) in der Mitte des Schiffes auf einem Lukenbalken[2]) ihr zweites Auflager finden. Die Schiffsform ist aus Holland übernommen, wo die Mehrzahl der Lastschiffe noch heute gebaut wird.

1) Über die älteren Rheinschiffe sind in dem »Geschichtlichem Rückblick« einige Mitteilungen und Bilder gebracht worden. Vgl. S. 60.

2) Der Rheinschiffer nennt die Lukendeckel mißbräuchlich »Luken« und den Lukenbalken »Scherstock«.

16. Die holländische hölzerne Aak (Abb. 87 bis 92) wird meistens in Längen von 25 bis 43 m über alles, mit größten Breiten von 5,5 bis 7 m (ohne die Schwerter) und kleinsten Seitenhöhen von 1,8 m bis 2,25 m gebaut. Der Leertiefgang beträgt 0,5 bis 0,65 m, die Tragfähigkeit schwankt bei Tauchtiefen von 1,8 m bis 2,25 m zwischen 150 und 350 t. Die größeren Abmessungen werden jetzt selten noch aus Holz gebaut. Der stark vorspringende Hintersteven (»Kielholz«) ist etwas geneigt gestellt. Die Form des Hinterschiffs ist angenähert kegelförmig; der Bug wird verschieden geformt: entweder nach Abb. 89 kaffenartig oder mit gekrümmtem Vorsteven, wie Abb. 90 darstellt. Die letztere Form ist häufiger. Das Mittelschiff hat starken

Holländische hölzerne Aak, Abb. 87 bis 92.

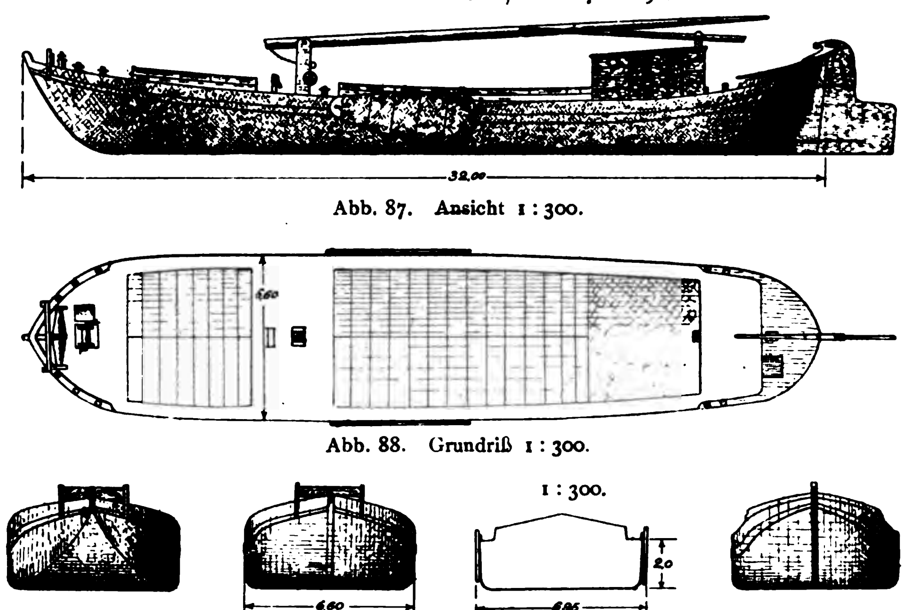


Abb. 87. Ansicht 1 : 300.

Abb. 88. Grundriß 1 : 300.

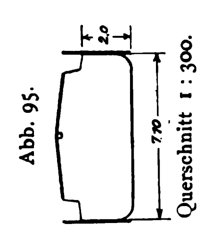
Abb. 89. Bug als Kaffe. Abb. 90. Bug mit Steven. Abb. 91. Querschnitt. Abb. 92. Heck.

Ablauf (0,6 bis 1 m). Das Deck zeigt großen Sprung, trägt 2 Luken und die große Kajüte. Fast alle Aaken tragen zwei Maste, die zum Umlegen eingerichtet sind, ihren Drehpunkt aber (wie bei allen Rheinschiffen) 2 bis 2,5 m über Deck in festen Köchern haben. Der vordere größere Mast steht nahe dem Hauptspant im Vorschiff, während der kleinere hinten an der Kajüte befestigt ist. Diese Schiffe tragen gute Segeltakelung und verkehren auf dem Niederrhein und im Mündungsgebiete zwischen Holland, Belgien und den Ruhrhäfen.

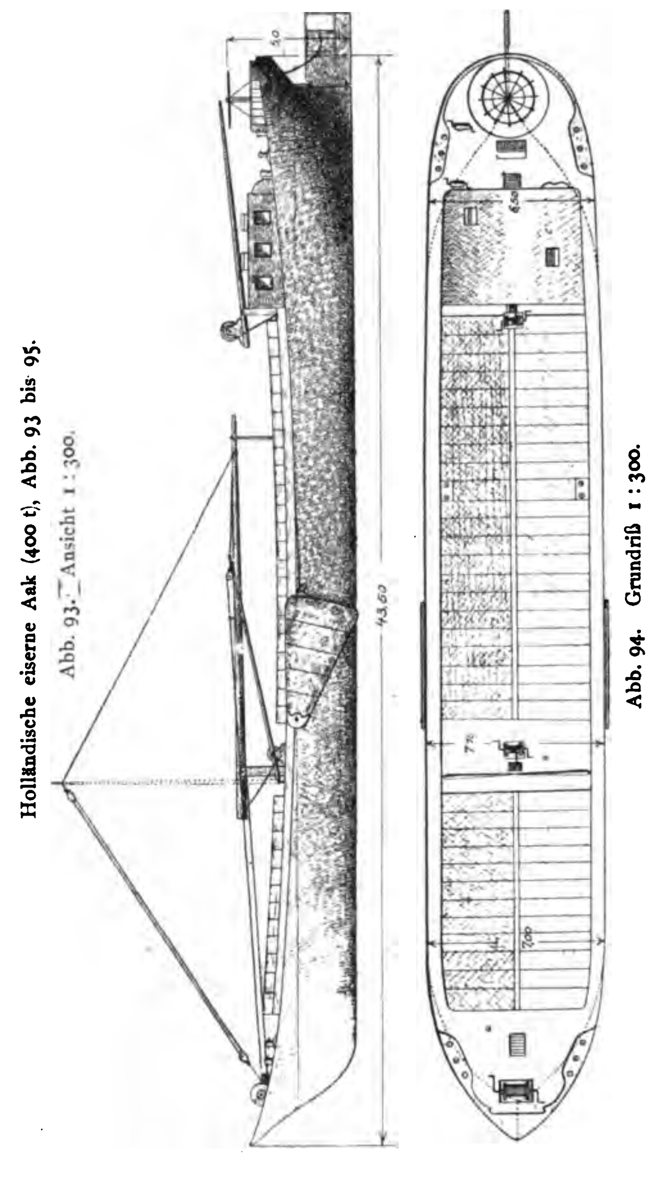
Das dargestellte Schiff[1] ist 32 m über alles lang, hat eine größte Breite von 6,6 m (ohne die Schwerter) und eine kleinste Seitenhöhe von 2 m. Der höchste Punkt des Schiffes ist ent-

1) A. Dehem, Etude sur le matériel de la navigation intérieure circulant en Belgique ... Brüssel 1901. Dieser Schrift sind die Zeichnungen von verschiedenen belgischen, holländischen und französischen Schiffen entnommen.

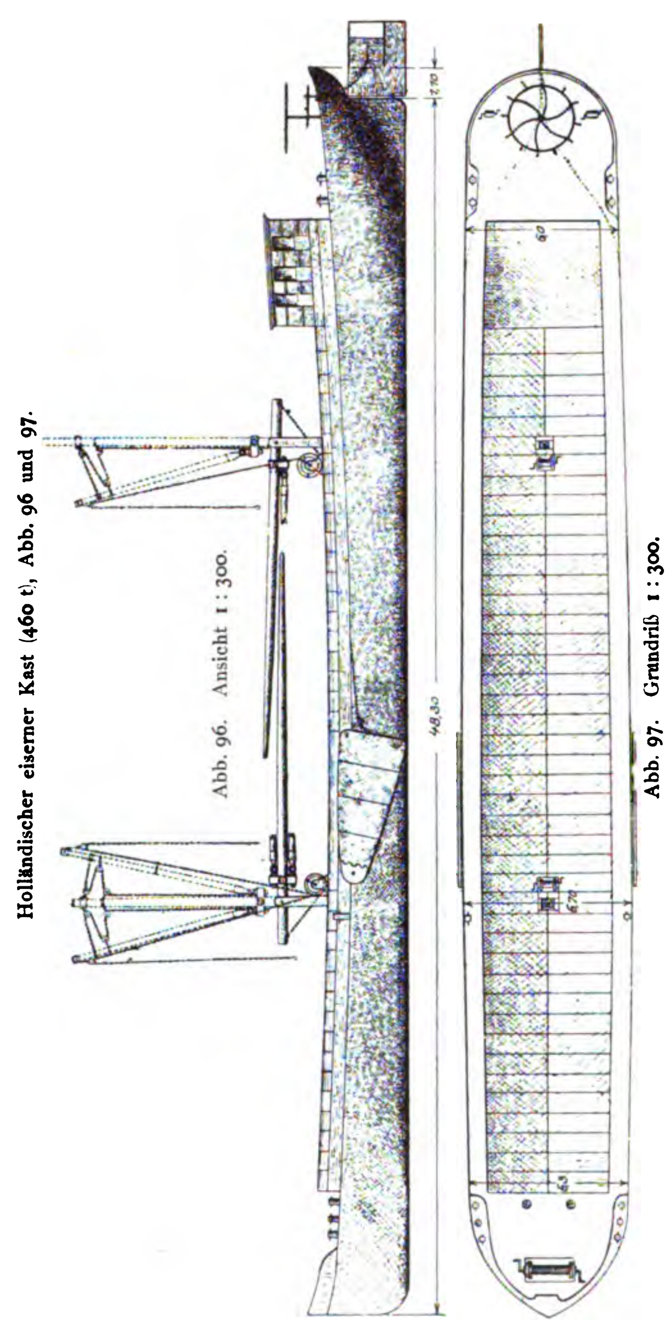
weder das Helmholz des Steuerruders (Steuerpinne) oder der Vorsteven oder der Mastköcher und liegt bei diesen Schiffen 4 m bis 4,5 m über dem Wasserspiegel beim Leergang.


Abb. 95. Querschnitt 1 : 300.

17. **Die holländische eiserne Aak von etwa 400 t Tragfähigkeit** (Abb. 93 bis 95). Seit etwa 40 Jahren werden die größeren Rheinschiffe durchweg (einschließlich des Bodens) aus Eisen oder Stahl gebaut. Zuerst wurden die Formen der hölzernen Aak in Eisen nachgebildet; bald verfeinerte man sie aber namentlich am Hinterschiff, dem man unter Wasser Keilform und über Wasser ein nahezu halbkreisförmiges übergebautes Heck gab. Durch die Keilform wird ein gleichmäßiges Zuströmen des Wassers zum Ruderblatt und damit eine gute Steuerfähigkeit gewonnen. Die Form des Bugs ist ziemlich unverändert geblieben, ebenso die Anordnung des Decks, der Luken, der Kajüte und der Maste. Da die Aak große Segeltakelung zu führen pflegt, ist das Niederlegen der Maste mit gewissen Schwierigkeiten verbunden, die durch das in Abb. 93 dargestellte Verfahren erleichtert werden können.


Holländische eiserne Aak (400 t), Abb. 93 bis 95.
Abb. 93. Ansicht 1 : 300.
Abb. 94. Grundriß 1 : 300.

Das dargestellte Schiff ist 43,5 m über alles lang, hat eine größte Breite (ohne die Schwerter) von 7,1 m und eine kleinste Seitenhöhe von 2 m. Der Leertiefgang beträgt 48 cm. Bei einer Eintauchung von 2 m ist die Tragfähigkeit etwa 400 t. Der höchste Punkt ist bei umgelegten Masten die Winde auf dem kleinen Mast, die 4,8 m über der Leerebene liegt.



Holländischer eiserner Kast (460 t), Abb. 96 und 97.

Abb. 96. Ansicht 1 : 300.

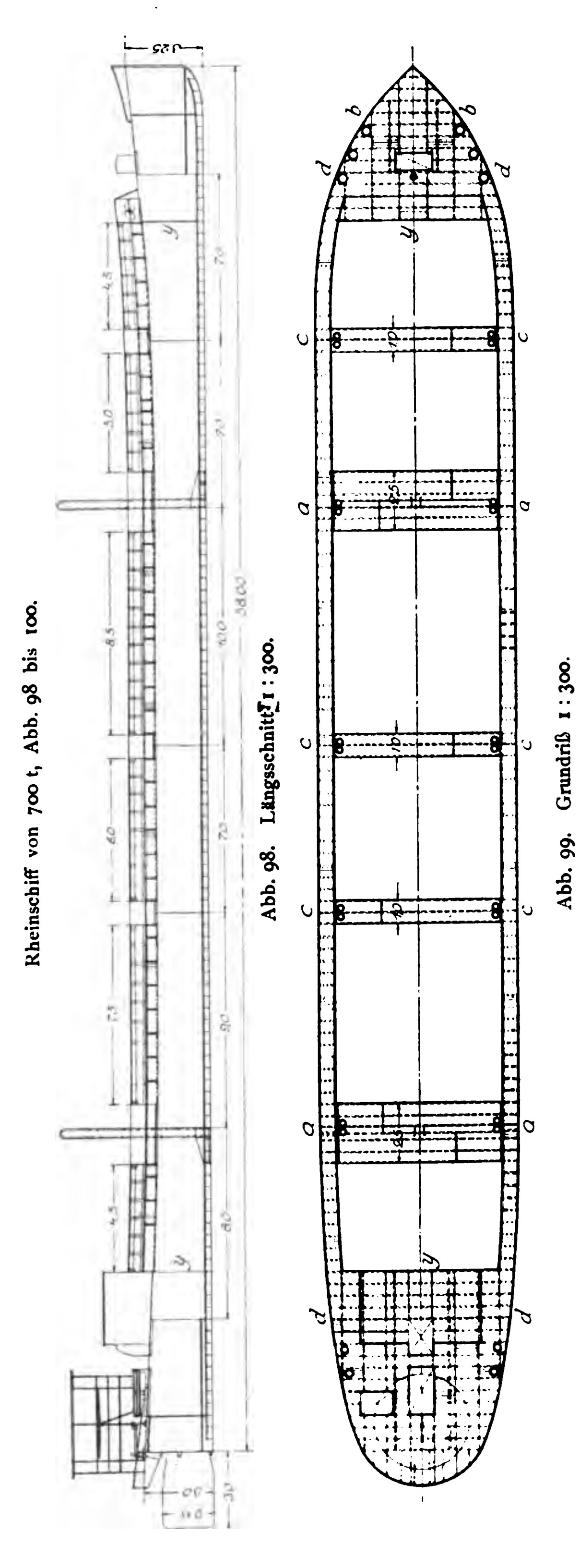
Abb. 97. Grundriß 1 : 300.

18. **Der holländische Kast von etwa 460 t Tragfähigkeit** (Abb. 96 und 97) hat sich aus der vorbeschriebenen Schiffsform entwickelt, indem der Vorsteven senkrecht gestellt wurde und auch der Bug eine Keilform erhielt. Das Schiff ist dadurch völliger geworden. Es ist zwischen den Loten 48,3 m und über alles 49,4 m lang, hat eine größte Breite (ohne die Schwerter) von 6,7 m und eine kleinste Seitenhöhe bis zum Bordgang von 2,25 m. Der Leertiefgang beträgt 46 cm, der größte Tiefgang 2,25 m.

Das Deck hat weniger Sprung als bei der Aak. Der höchste Punkt ist das Dach der Kajüte, das 5,15 m über der Leerebene liegt. Der Tennebaum und das Tafeldeck laufen vom Vordeck bis zur Hinterkajüte. Die beiden Maste dienen nicht mehr zum Segeln, sondern nur als Ladekrane. Das Schiff hat darum in der Regel keine Takelung; nur ausnahmsweise werden diese Fahrzeuge mit Segeln ausgerüstet[1]). Neuerdings führen sie meistens keine Schwerter mehr, zumal diese bei geschleppten Schiffen ohne Be-

1) In Holland dann »Zeilkast« = Segelkast genannt.

deutung sind. Der Kast ist für die neueren großen deutschen Rheinschiffe vorbildlich gewesen.



Rheinschiff von 700 t, Abb. 98 bis 100.

Abb. 98. Längsschnitt 1 : 300.

Abb. 99. Grundriß 1 : 300.

19. **Das Rheinschiff von etwa 700 t Tragfähigkeit** (Abb. 98 bis 100) ist 58 m zwischen den Loten und 59,5 m über alles lang, hat eine größte Breite über den Spanten von 8,3 m und eine kleinste Seitenhöhe bis zum Stringer von 2,1 m. Bei einer Tauchtiefe von 2,05 m hat es eine Tragfähigkeit von 695 t. Es ist ganz aus Stahl hergestellt.

Die 65 · 50 · 6 mm starken Spanten haben einen Abstand von je 500 mm. An jedem Spant ist eine 220 · 5 mm starke Bodenwrange (holländisch: »Kattesporen«) angeordnet, die oben mit einem 50·50·6 mm starken Winkel gesäumt ist. Die Außenhaut ist, mit Ausnahme des 8 mm starken Schergangs, durchweg 6 mm stark. Der Boden wird durch 3 unvollständige Kielschweine von ⊥-Querschnitt verstärkt, die Kimm ist nach einem Halbmesser von 250 mm abgerundet. Das Mittelschiff hat gleichlaufende Wände, keinen Ablauf. Der Stringer (Bordgang) ist 700 mm breit und 5 mm stark, mit dem Tennebaum durch einen Winkel von 50 · 50 · 6 mm und mit der Bordwand sowie der

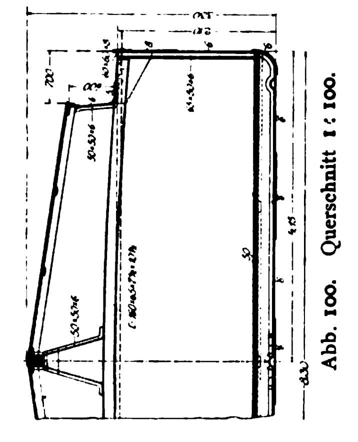


Abb. 100. Querschnitt 1 : 100.

Rheinschiff von 1500 t, Abb. 101 bis 104.

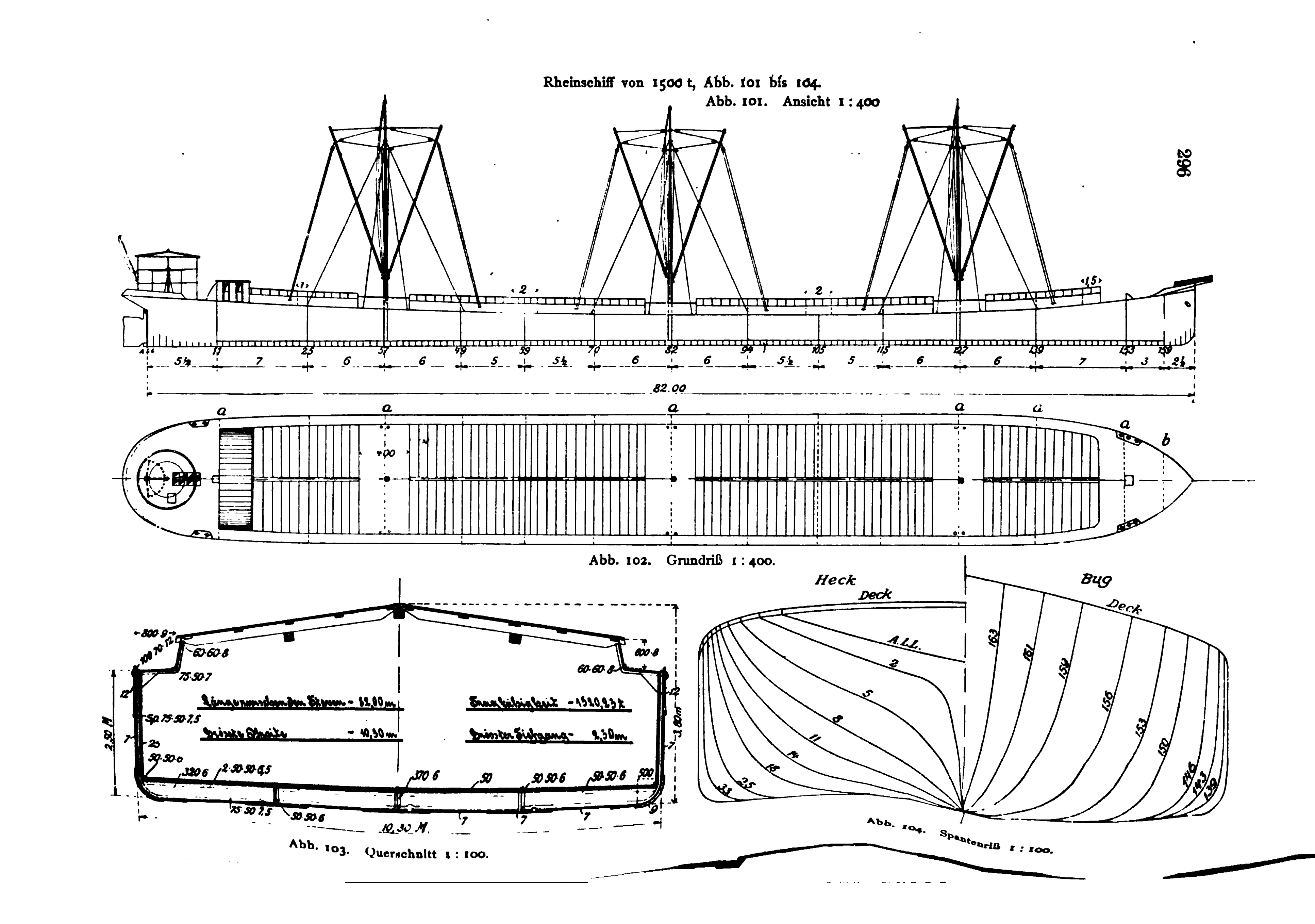


Abb. 101. Ansicht 1 : 400

Abb. 102. Grundriß 1 : 400.

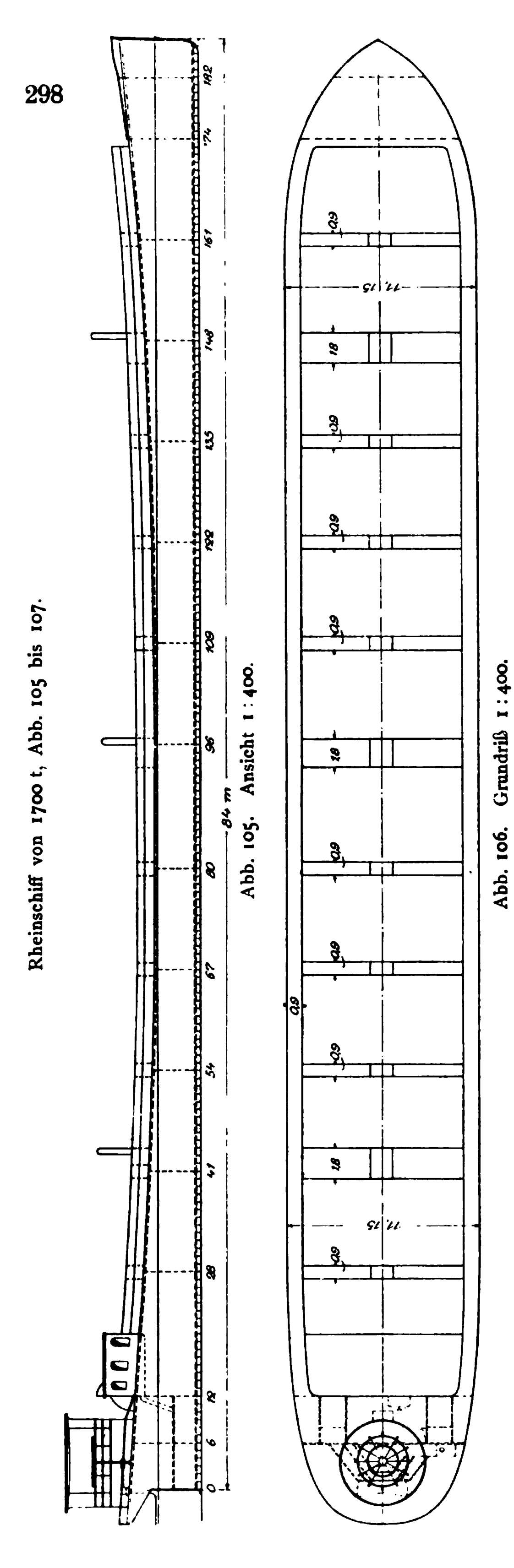
Abb. 103. Querschnitt 1 : 100.

Abb. 104. Spantenriß 1 : 100.

250 · 8 mm starken Bergplatte durch einen Stringerwinkel von 60 · 60 · 8 mm verbunden. Der Tennebaum ist 600 mm hoch, 6 mm stark und oben mit einer 120 · 5 mm starken Platte versteift, die einen Winkel von 65 · 50 · 6 mm zur Auflagerung der Rinnsparren (Merklinge) trägt. Außer dem vorderen Sicherheitschott (*b*) sind noch 7 Schotte aus 4 mm starkem, mit Winkeln verstärktem Blech angeordnet. Diese Wände reichen bis Stringerhöhe, wo sie mit festen Decksflächen, die zwischen die Stringer eingespannt sind, verbunden werden. Diese Decksflächen sind bei den Masten je 2,5 m breit (*a*), bei den 3 anderen mittleren Schotten (*c*) je 1 m breit. Querschiffs werden an den Seiten dieser Decksflächen die Schottwände bis zur Höhe der Luken fortgeführt. Die so gebildeten Räume, die längsschiffs durch den Tennebaum und oben wieder durch ein festes Verdeck abgeschlossen werden, heißen Herfte (aus dem Holländischen). Sie dienen zur Verstärkung des Schiffes, zur Aufbewahrung von Schiffsgerät, Lebensmitteln, Brennstoffen und anderen Vorräten und außerdem zur Auflagerung der Lukendeckel, wenn die Laderäume zum Löschen und Laden geöffnet werden. Außer den 5 beschriebenen Herften befindet sich eine solche noch über dem vordersten Laderaum (*x*) auf dem Vordeck. Die letzten beiden Schotte (*d*) schließen die Laderäume von den Kajüten ab. Alle festen Decksflächen sind aus geripptem Stahlblech von 5 mm Stärke auf Deckbalken von 80 · 50 · 7 mm Stärke. Die Decksbucht beträgt 170 mm. Auf dem Hinterdeck ist noch eine besondere Kajüte aufgebaut, die auch die Küche enthält (5 m lang, 3 m breit, 2 m hoch) und durch eine verdeckte Treppe mit den unteren Wohnräumen verbunden ist. Diese besondere Kajüte heißt auf den Rheinschiffen die Roef (sprich Ruff, holländisch). Sie wird zuweilen nicht auf dem Hinterdeck, sondern auf dem Vordeck oder mittschiffs aufgestellt und oft zum Teil in den Laderaum vertieft eingebaut. Die 4 mittleren Laderäume sind noch durch je eine losnehmbare Ducht (auch Gebinde oder Raumbalken genannt) von ⊏-Querschnitt ausgesteift, an denen hölzerne Teilungswände nach Bedarf befestigt werden können. Die Rinnsparren und Lukendeckel ruhen in der Schiffsmitte auf einem hölzernen Lukenbalken, der mittels eiserner Schuhe von den Schottwänden (und den Seitenwänden der Herfte) getragen und über den Duchten durch eiserne Böcke unterstützt wird. Diese ursprünglich aus Holz in Scherenform hergestellten Stützen hießen »Scherstöcke« und dies Wort ist auf den Balken selbst übergegangen, der nach Art einer Fette die Sparren wie bei einem Hause trägt. Das Verdeck ist so fest, daß es im Bedarfsfalle eine beträchtliche »Decklast« tragen kann. Im Vor- und im Hinterschiff ist noch je eine Deckstütze (*y*) aus 60 mm starkem Schweißeisen angeordnet. Rings um das ganze Schiff läuft eine 250 mm hohe, 8 mm dicke Bergplatte, die mit einem Halbrundstahl als Scheuerleiste verstärkt ist.

20. Das Rheinschiff von etwa 1500 t Tragfähigkeit (Abb. 101 bis 104) zeigt trotz der verschiedenen Größe eine ähnliche Anordnung. Es hat zwischen den Loten eine Länge von 82 m, über alles von 84 m, eine größte Breite von 10,3 m über den Spanten und eine kleinste Seitenhöhe bis zum Stringer von 2,5 m. Bei einer Tauchtiefe von 2,5 m hat das Schiff eine Tragfähigkeit von 1520 t. Es ist ganz aus Stahl gebaut.

Die 75 · 50 · 7,5 mm starken Spanten haben einen Abstand von 500 mm; bei jedem zweiten Spant ist eine Bodenwrange von 320 · 6 mm angeordnet, die oben mit zwei Winkeln (50 · 50 · 6,5) gesäumt ist. In den Mitten der Laderäume befindet sich je eine Bodenwrange von 370 mm Höhe. Unter den Mastköcherdecks ist jedes Spant mit einer Bodenwrange versehen. Die Spanten ohne Wrangen haben 55 · 55 · 6 mm starke Flurwinkel als Auflager für die Wegerung. Der Boden ist durch drei vollständige Kielschweine verstärkt, die aus 370 · 6 mm starken, oben mit 2 und unten mit einem Winkel von 50 · 50 · 6 mm Stärke gesäumten Blechen bestehen. Außerdem ist nahe der Kimm noch je ein Winkel von 50 · 50 · 6 mm angeordnet. Das mittlere Kielschwein reicht durch das ganze Schiff, die seitlichen vom vordersten bis zum hintersten Schott. Die Kimm ist nach einem Halbmesser von 500 mm abgerundet. Das Mittelschiff hat keinen Ablauf. Der 800 mm breite Stringer hat mittschiffs eine Stärke von 9 mm, die nach den Enden allmählich bis auf 6 mm abnimmt. Ebenso nehmen die Stärken der Seitengänge und des Tennebaums von 9, 7, 12 und 8 mm allmählich bis zu den Steven auf 7, 6, 7 und 6 mm ab. Außer dem vorderen Sicherheitschott (*b*) sind noch 13 verstärkte Schotte von 5 mm Blech vorhanden, durch die 12 Laderäume abgeteilt werden. Unter den 3 Masten sind über je einem Schott (*a*) 3 je 4 m breite feste Decks angeordnet. Außerdem sind noch 4 Herfte vorhanden,



Rheinschiff von 1700 t, Abb. 105 bis 107.

Abb. 105. Ansicht 1 : 400.

Abb. 106. Grundriß 1 : 400.

von denen 3 mit den Schottwänden verbunden sind, während eine am vordersten Ende des Laderaums liegt. Die festen Decks von 5 mm starkem Riffelblech ruhen im Vor- und Hinterschiff auf Deckbalken von 80 · 50 · 8 mm, im Mittelschiff auf solchen von 90 · 60 · 8 mm. Die Bordkante ist durch einen Halbrundstahl von 75 · 26 mm, die Oberkante des Tennebaums durch einen solchen von 50 · 11 mm gesäumt. Kajüten und Roef sind in gleicher Weise wie bei dem vorbeschriebenen Rheinschiffe angeordnet, desgleichen das Plattendeck. Die Rinnsparren werden hier aber durch drei Holzbalken unterstützt. Duchten sind nicht vorhanden.

21. **Das Rheinschiff von 1700 t Tragfähigkeit** (Abb. 105 bis 107) entspricht den in neuester Zeit besonders zur Kohlenbeförderung gebauten Lastschiffen. Die früher zum Segeln, später nur zum Löschen und Laden benutzten Maste sind verschwunden; unser Beispiel zeigt dafür leichte auf Deck befestigte Köcher für 3 Flaggenmaste. Das Schiff hat eine Länge zwischen den Loten von 84 m, über alles von 85,5 m, eine größte Breite auf den Spanten von 11,15 m und eine kleinste Seitenhöhe bis

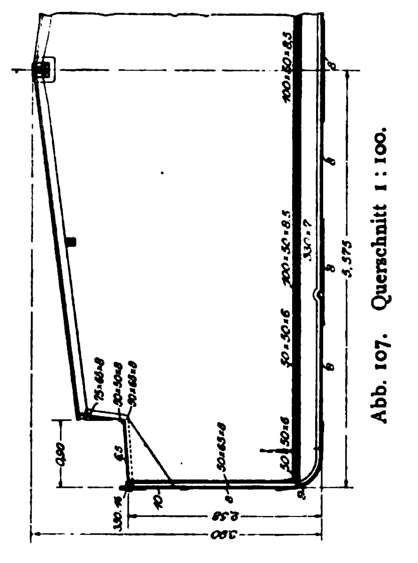
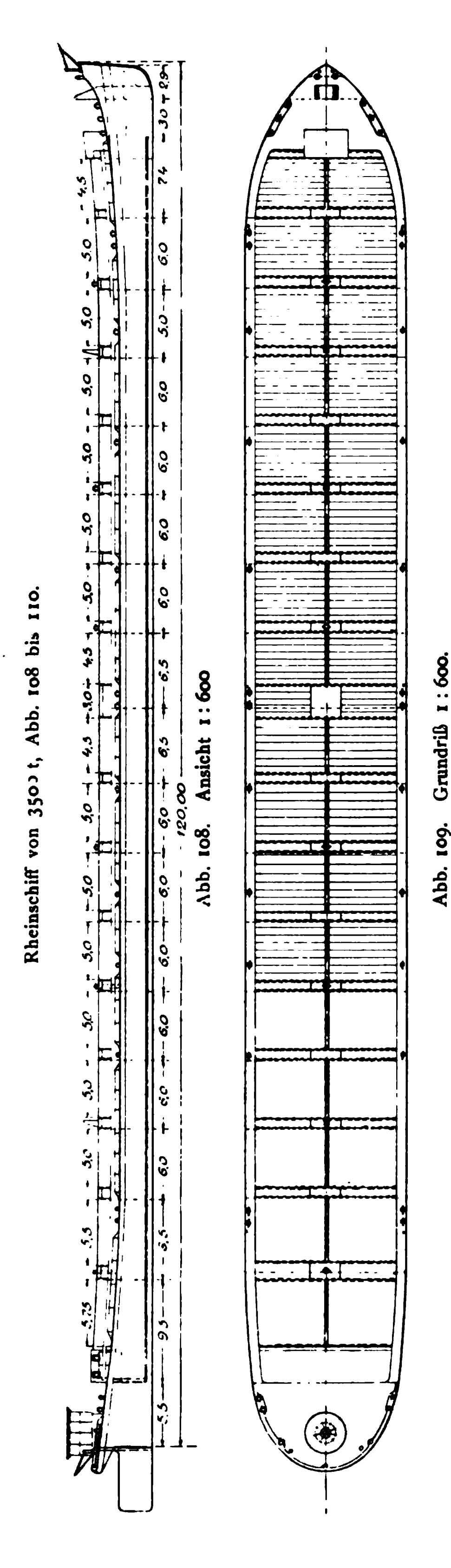


Abb. 107. Querschnitt 1 : 100.



Rheinschiff von 3500 t, Abb. 108 bis 110.

Abb. 108. Ansicht 1 : 600

Abb. 109. Grundriß 1 : 600.

zum Stringer von 2,58 m. Bei einer Tauchtiefe von 2,58 m hat es eine Tragfähigkeit von 1700 t. Es ist ganz aus Stahl erbaut.

Die 65 · 50 · 8 mm starken Spanten haben einen Abstand von 450 mm; bei jedem Spant ist eine Bodenwrange von 330 · 7 mm angeordnet, die oben durch doppelte Winkel von 50 · 50 · 6 mm gesäumt ist. Der Boden ist durch drei unvollständige Kielschweine in ⊥-Form und durch 2 Winkel von 50 · 50 · 6 mm nahe den Kimmen verstärkt. Die letzteren sind nach einem Halbmesser von 500 mm abgerundet. Das Mittelschiff zeigt keinen Ablauf. Der Stringer ist 900 mm breit, der Tennebaum 600 mm hoch. Rings um das Schiff läuft eine stählerne Bergplatte (Scheuerleiste) von 350 · 16 mm Stärke, die außerdem noch eine Halbrundleiste aus Stahl trägt. Außer dem vorderen Sicherheitschott sind noch 13 Schotte angeordnet, die 12 Laderäume abteilen. Über den 11 mittleren Schotten befindet sich je eine Herft. Die Herfte mit den Köchern für die Flaggenmaste sind je 1,8 m lang, die übrigen je 0,9 m. Die freitragende Länge der Lukenbalken zur Unterstützung der Lukendeckel wird dadurch höchstens 5 m, so daß weitere bewegliche Duchten entbehrlich sind. Der Leertiefgang wird zu 48 cm angegeben.

Die Größe der Rheinschiffe nimmt stetig zu: Schiffe von 2000 t sind keine

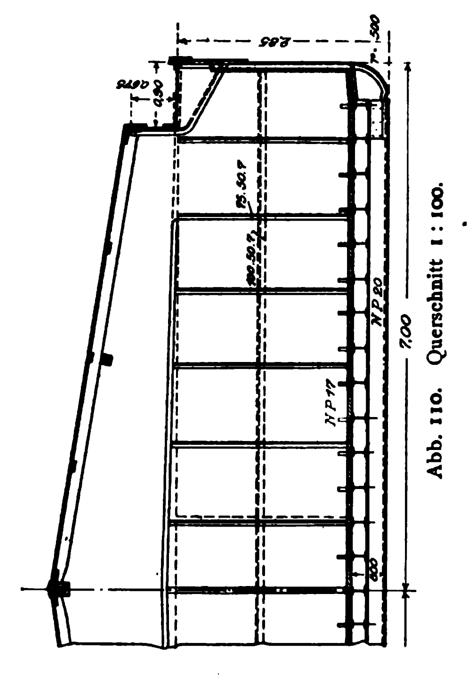


Abb. 110. Querschnitt 1 : 100.

Seltenheit mehr und im Jahre 1908 ist zuerst ein Schiff von 3500 t Tragfähigkeit gebaut worden, das nachstehend beschrieben werden soll.

22. Das Rheinschiff von 3500 t Tragfähigkeit (Abb. 108 bis 110), in Holland für das Haus Karl Schroers in Duisburg ganz aus Stahl gebaut, hat eine Länge über alles von 123 m und zwischen den Loten von 120 m, eine größte Breite von 14,08 m und auf den Spanten von 14 m, eine kleinste Seitenhöhe bis zum Stringer von 2,85 m und bei gleichem Tiefgang nach der Eichung eine Tragfähigkeit von 3583 t. Es ist somit das größte Binnenlastschiff in Mitteleuropa. In Form und Einrichtung unterscheidet es sich nicht von den vorbeschriebenen Rheinschiffen. Der Laderaum ist durch Schottwände, die oben mit größeren oder kleineren Herften verbunden sind, in 17 Abteilungen zerlegt.

Beachtenswert ist die Bauweise des Bodens: Die in einem Abstand von 500 mm (unter der Vorkajüte 400 und 350 mm) liegenden Bodenwrangen sind Iförmig (Normalprofil 20) und über ihnen liegt rechtwinklig dazu eine zweite Reihe von I-Trägern (Normalprofil 17) gleichfalls in einem Abstand von 500 mm, die als Ersatz für die Kielschweine die Längsversteifung des Schiffes bilden. An den Kreuzungstellen sind die Träger durch je 4 Niete mit einander verbunden. Die Kimm ist nach einem Halbmesser von 500 mm gerundet: Entsprechend geformte, 6,5 mm starke und oben mit 2 Winkeln (65 · 55 · 6,5) gesäumte Eckbleche verbinden die Bodenwrangen mit den 75 · 65 · 8 mm starken Spanten. In ähnlicher Weise sind die Längsträger des Bodens durch Winkel und Eckbleche mit allen Schottwänden verbunden. Die Stärken der Außenhaut sind: im Boden 8 mm, in der Kimm und im Seitengang 11 mm, nach vorn auf 9 mm, nach hinten auf 8 mm auslaufend, im 1,2 m hohen Schergang 14 mm, nach vorn auf 12 mm, nach hinten auf 8 mm auslaufend und im 0,9 m breiten Deckstringer (Bordgang) 10 mm, nach vorn und hinten auf 8 mm auslaufend. Der 100 · 100 · 12 mm starke Stringerwinkel verbindet den Stringer mit der Bordwand und der 400 mm hohen, 16 mm starken Bergplatte, die um das ganze Schiff läuft. Der 675 mm hohe Tennebaum, 12 bis 10 mm stark, ist an dem Bordgang durch 80 · 80 · 10 mm starke Winkel befestigt, oben mit einer äußeren, 300 mm hohen und 12 mm dicken Platte und mit einem inneren ⊥-Stahl von 120 · 60 · 10 mm verstärkt. Die 19 Schotte sind unten 8 mm, oben 6 mm stark. Der Bordgang ist mit einem Schutzgeländer an der Wasserseite versehen, das aus beweglichen eisernen Pfosten und durchgezogenen Drahtseilen besteht.

Bei der Eichung wurde der Leertiefgang hinten zu 63 cm, vorn zu 47 cm, im Mittel zu 53 cm festgestellt. Der Völligkeitsgrad der Leerebene ergab sich zu 0,908, der der obersten Einsenkungsebene (Wasserlinie) zu 0,931 und der des Eichraums zu 0,910. Der Völligkeitsgrad der Verdrängung ist mithin zu 0,90 anzunehmen. Diesem 1908 gebauten Schiffe sind im Jahre 1910 zwei von gleicher Größe gefolgt.

Nach den amtlichen Eichungen wurde eine Anzahl der neueren, in den Jahren 1907 bis 1909 erbauten Schiffe mit einander verglichen und es ergaben sich dabei die folgenden Grenz- und Durchschnittwerte:

Gruppe 1 — aus 7 Schiffen:					
Länge über alles	74,8	bis	80,2 m,	im Mittel	78,28 m
Länge zwischen den Loten	73,0	»	78,4 »	» »	76,48 »
Größte Breite	9,9	»	10,3 »	» »	10,04 »
Kleinste Seitenhöhe	2,33	»	2,46 »	» »	2,38 »
Mittlerer Leertiefgang	0,46	»	0,52 »	» »	0,49 »
Tiefgang beladen	2,33	»	2,46 »	» »	2,38 »
Tragfähigkeit	1232	»	1318 t	» »	1279 t
Völligkeitsgrad des Eichraums					0,885
Gruppe 2 — aus 8 Schiffen:					
Länge über alles	82,1	bis	83,5 m,	im Mittel	82,74 m
Länge zwischen den Loten	80,0	»	81,3 »	» »	80,7 »
Größte Breite	10,05	»	10,1 »	» »	10,09 »

Kleinste Seitenhöhe . . .	2,57	bis	2,7 m,	im Mittel		2,63 m
Mittlerer Leertiefgang . .	0,44	»	0,51 »	»	»	0,49 »
Tiefgang beladen	2,47	»	2,57 »	»	»	2,53 »
Tragfähigkeit	1410	»	1497 t	»	»	1454 t
Völligkeitsgrad des Eichraums						0,879
Gruppe 3 — aus 5 Schiffen:						
Länge über alles	87,0	bis	87,1 m,	im Mittel		87,0 m
Länge zwischen den Loten	85,2	»	85,3 »	»	»	85,2 »
Größte Breite	11,06	»	11,08 »	»	»	11,07 »
Kleinste Seitenhöhe . . .	2,69	»	2,75 »	»	»	2,73 »
Mittlerer Leertiefgang . .	0,46	»	0,50 »	»	»	0,47 »
Tiefgang beladen	2,57	»	2,64 »	»	»	2,60 »
Tragfähigkeit	1692	»	1797 t	»	»	1755 t
Völligkeitsgrad des Eichraums						0,878.

23. Das Oberrheinische Holzschiff von 160 t Tragfähigkeit (Abb. 111 bis 113) dient vorzugsweise dem Verkehr mit Baustoffen und befährt auch die elsaß-lothringischen Wasserstraßen. Es ist ganz aus Eichenholz

Oberrheinisches Holzschiff von 160 t, Abb. 111 bis 113.

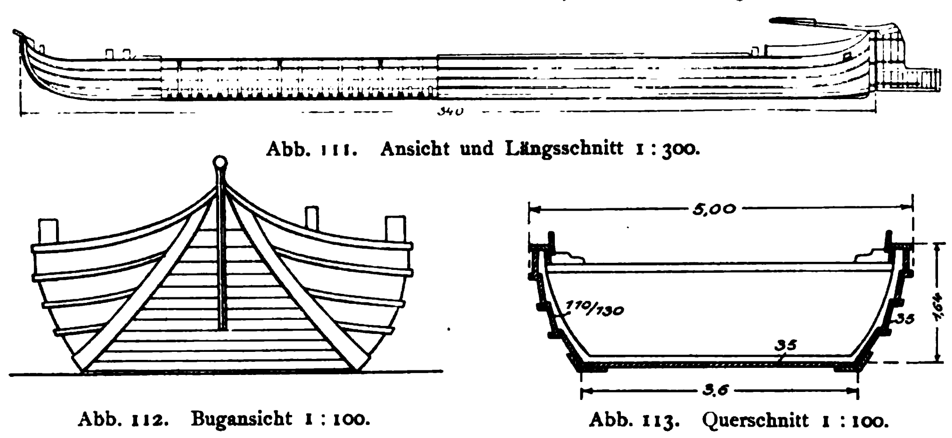


Abb. 111. Ansicht und Längsschnitt 1 : 300.

Abb. 112. Bugansicht 1 : 100.

Abb. 113. Querschnitt 1 : 100.

gebaut, 34 m über alles lang und hat eine größte Breite von 5 m oben und von 3,6 m im Boden, also starke, abgerundete Lehnung. Ablauf im Mittelschiff ist nicht vorhanden; der Boden ist aber an den Enden angehoben. Die kleinste Seitenhöhe beträgt 1,64 m, der zulässige Tiefgang also etwa 1,5 m. Der Leertiefgang beträgt 30 bis 33 cm. Am Bug ist der Boden kaffenartig aufgebogen und die Spitze schnabelförmig gestaltet, so daß angenähert eine Löffelform entsteht. Das Heck zeigt halbzilindrische Form mit senkrechtem Hintersteven (»Kielholz«), an dem das Steuer durch Fingerlinge befestigt ist. Das Schiff ist offen und nur am Heck mit einem überdachten Schlafraum versehen.

24. Der Waidling (Abb. 114 bis 116), früher auch »Lautertannen« oder »Lurtannen« genannt, ist meistens ganz aus Tannenholz erbaut, 21 m über alles lang und hat eine größte obere Breite von 2,5 m, eine untere von 1,9 m, sowie eine kleinste Seitenhöhe von 0,95 m. Die Tragfähigkeit ist 20 t. Der Boden ist vorne und hinten in gleicher Weise prahmartig aufgebogen, sodaß

die Breite am Bug 1,5 m und am Heck 1 m wird. Das Schiff wird durch ein etwa 12 m langes Streichruder gelenkt, das am Heck in einer eisernen Gabel ruht. Diese Schiffsform ist darum beachtenswert, weil sie in alten Zeiten, als noch am Oberrhein ein großer Schiffsverkehr bestand, wahrscheinlich vorherrschend war. Die Schiffe wurden, wohl auch in größeren Abmessungen, damals in der Regel nur für eine einmalige Talfahrt gebaut und am Ende der Reise (entweder in Mainz oder Köln) ähnlich wie die Zillen zum zerschlagen verkauft. Jetzt werden sie am Oberrhein nur im Ortsverkehr benutzt.

Von den Seitenwasserstraßen des Rheins nehmen die elsaß-lothringischen Wasserstraßen (S. 108) eine besondere Stellung ein, da auf ihnen vorwiegend Kanalschiffe verkehren, die selten auf dem Rhein zu finden sind. Es kommen allerdings Fälle vor, daß diese Schiffe Frachten von der Maas durch die französischen Kanäle nach Straßburg und Mühl-

Waidling, Abb. 114 bis 116.

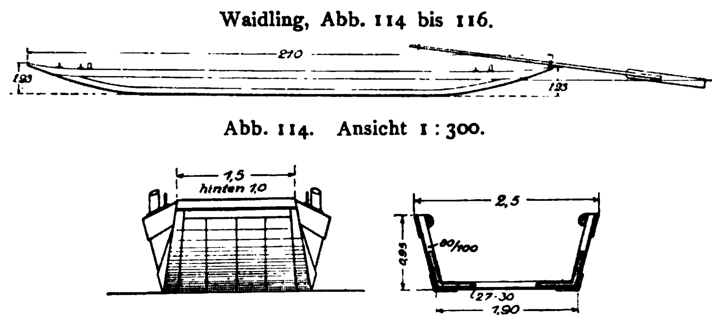


Abb. 114. Ansicht 1 : 300.

Abb. 115. Buganansicht 1 : 100. Abb. 116. Querschnitt 1 : 100.

hausen bringen und dann den Rückweg auf dem Rhein nehmen, namentlich wenn sie in den Ruhrhäfen Kohlen für Belgien laden wollen. Das sind aber Ausnahmen. Die Größe der Schiffe wird durch die Abmessungen der Schleusen bestimmt, die meistens eine nutzbare Länge von 38,5 m und eine nutzbare Breite von 5,2 m bis 5,3 m haben. Da diese Wasserstraßen mit Frankreich in Verbindung stehen, findet man auf ihnen häufig auch die französischen Kanalschiffe, deren größte Abmessungen 38,5 m in der Länge und 5 m in der Breite sind.

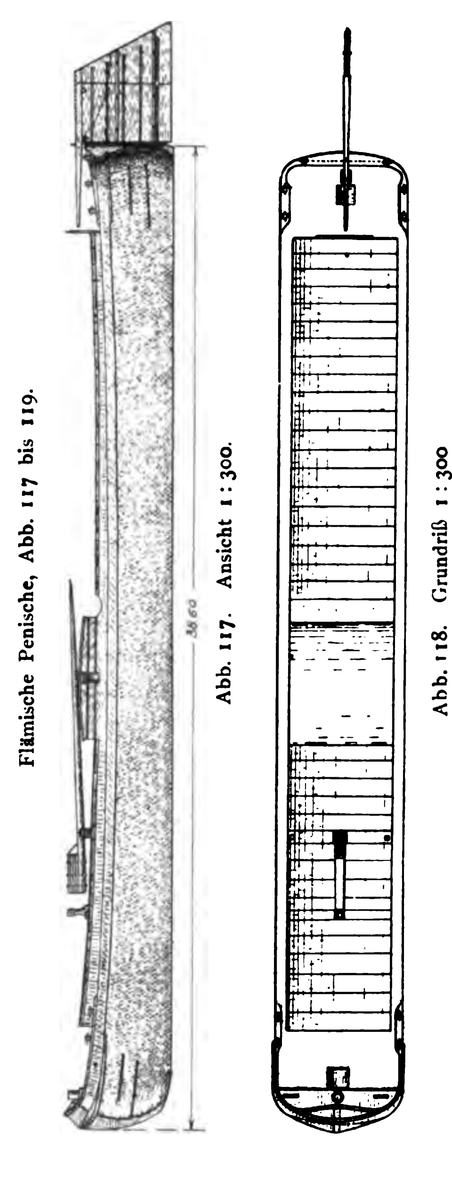
25. Die Penische, das flämische Kanalschiff, auch kurz Flamänder[1]) genannt (Abb. 117 bis 119), ist das auf den elsaß-lothringischen, den französischen und den belgischen Kanälen am häufigsten vorkommende Schiff. Es ist meistens 38,5 m über alles lang und hat eine größte Breite von 5 m bis 5,06 m. Früher baute man die Penischen nur aus Holz und bevorzugte Eichenholz; neuerdings werden sie auch aus Eisen und Stahl, aber meistens mit hölzernem Boden hergestellt. Sie werden offen oder gedeckt

1) Im Flämischen auch »Waal« genannt.

gebaut. Der Leertiefgang ist bei hölzernen Schiffen 28 bis 32 cm, bei stählernen 32 bis 35 cm. Die kleinste Seitenhöhe ist 2,2 bis 2,6 m. Bei der auf den elsäßischen und französischen Hauptkanälen größten zulässigen Tauchtiefe von 1,8 m beträgt die Tragfähigkeit meistens 280 bis 300 t, bei einer Tauchtiefe von 2 m: 315 bis 350 t, je nach der Völligkeit[1]). Diese ist im Verhältnis zu allen anderen Binnenschiffen außerordentlich groß. Der Völligkeitsgrad der Verdrängung schwankt zwischen 0,96 und 0,99, ebenso wie der Völligkeitsgrad des Eichraums.

Abb. 119. Querschnitt 1 : 300.

Unser Beispiel zeigt eine hölzerne, gedeckte Penische von 38,6 m Länge, 5 m Breite und 2,6 m Höhe. Alle Schiffe haben senkrechte Wände; die vier senkrechten Kanten sind nach einem Kreisbogen abgerundet. Vorsteven (»Nasholz«) und Hintersteven (»Kielholz«) stehen senkrecht. Der Bug ist öfters oben nach innen gekrümmt: Der Steven tritt vor und bildet eine Nase, die seitlich durch wagerechte Hölzer, die der Franzose »Schnurrbart« nennt, versteift werden. An dem Hintersteven hängt mittels Fingerlingen das große, unten 4 bis 5 m lange Steuerruder, das um eine senkrechte Achse zusammengeklappt wird, wenn das Schiff in eine Schleuse fährt. Das zusammengeklappte Ruder wird dabei um 90° gedreht. Der Boden hat in der Regel keinen Sprung, wird aber zuweilen vorn ein wenig angehoben; dagegen zeigt das Deck meistens einen Sprung. Ringsum läuft ein etwa 40 cm breiter Bordgang, an den sich ein 30 cm hoher Tennebaum anschließt, der das Tafeldeck trägt. Dies ist ebenso angeordnet wie bei den Kurischen Reisekähnen (1), d. h. die Rinnsparren sind gebogen (Rinnbogen) und ebenso die Lukendeckel, während Lukenbalken zur Unterstützung in der Mitte fehlen. Meistens ist vorn und hinten je ein großer Laderaum angeordnet, während sich in der Mitte eine Kajüte (wie in der Abbildung) oder der Pferdestall befindet, der gewöhnlich etwa 4 m lang ist und von Bordgang zu Bordgang reicht. Zuweilen ist dann noch eine Kajüte neben den Stall gebaut; meistens werden aber nur die Räume unter dem Vor- und Hinterdeck dazu benutzt. Die Schiffer führen oft ihre eigenen Treidelpferde, eines oder zwei, mit an Bord; ausnahmsweise werden Esel verwendet. Zum Ein- und Ausbringen der Pferde nach dem Leinpfade dient eine hölzerne Brücke, die etwa 1,2 m breit aus 2 Balken besteht und mit Brettern und aufgenagelten Leisten bedeckt



Flämische Penische, Abb. 117 bis 119.

Abb. 117. Ansicht 1 : 300.

Abb. 118. Grundriß 1 : 300

1) Wegen der Formen der französischen Kanalschiffe vergleiche De Mas, Recherches expérimentales sur le matériel de la batellerie. Paris 1897.

ist. Nach Gebrauch wird diese Brücke auseinander genommen und auf Deck gelegt. Die Penische ist meistens mit einem Mast ausgerüstet, der selten zum Segeln, gewöhnlich nur zum Treideln benutzt wird. Anker und Ankerwinden werden in der Regel nicht geführt, dafür aber oft ein hölzernes Spill im Vorschiff. Der höchste Punkt des Schiffes ist das Helmholz des Steuerruders, das 3,5 m bis 3,7 m über der Leerlinie liegt.

Es gibt viele Arten von Penischen, die zuweilen nach den Orten bezeichnet sind, wo sie meistens gebaut werden, z. B. die Penischen von Tournai. Wenn die Schiffe weniger Sprung im Deck und Boden haben und weniger gewölbt im Bug und Heck, also noch kastenförmiger sind, nennt man sie in Belgien »Chaland«. Wenn der Bug etwas nach vorn geneigt ist, ähnlich wie beim Waidling (24), aber nicht so flach, so nennt man das Schiff »Biland«, flämisch »Bijlander«, französisch »Bélandre«. Wenn das Vorschiff mehr abgerundet ist und in einen etwas geneigten Vorsteven ausläuft, ähnlich wie bei den Oder- und Elbschiffen, dann nennt man das Schiff in Belgien »Pointu«. Diese beiden letzteren Arten sind nicht so völlig wie die eigentliche Penische und werden in der Regel auch in etwas kleineren Abmessungen mit Tragfähigkeiten von 160 bis 280 t gebaut.

26. Das Straßburger Kanalschiff[1]) wird in denselben Abmessungen wie die Penische gebaut, aber nicht so völlig. Der Boden ist an den Enden meistens etwas gehoben und das Deck hat wenig Sprung. Bug und Heck haben nahezu halbzilindrische Formen und senkrechte, vorn zuweilen etwas gekrümmte Steven, ähnlich wie der Bug der Oder- und Elbschiffe (z. B. Abb. 53). Der Völligkeitsgrad der obersten Wasserlinie (bei 1,8 m Tauchtiefe) ist darum kleiner als bei den Penischen: etwa 0,97 gegen 0,99, und der Völligkeitsgrad des Eichraums beträgt nur etwa 0,96. Diese Schiffe haben aber den Vorzug, daß sie besser steuern und einen kleineren Widerstand bei der Fortbewegung zeigen. Sie werden neuerdings häufig aus Stahl mit Holzboden hergestellt. Der Leertiefgang ist im Durchschnitt 30 cm. Das Steuer bildet nicht ein so volles Trapez wie bei der Penische, sondern ist in gefälliger Weise ausgerundet, aber gleichfalls zum Zusammenklappen eingerichtet. Im übrigen unterscheiden sich die Straßburger Schiffe nicht von den Penischen.

27. Die Kadole (Abb. 120 bis 122) ist ein Kanalschiff, dessen Heck durch eine senkrechte, ebene Wand gebildet wird, an der sich in der Regel zwei bis drei Steuerruder befinden. Die Abmessungen richten sich wie bei den übrigen Kanalschiffen nach den Schleusen. Die Kadolen sind meistens offene, hölzerne Schiffe, deren Boden und Wände mit Senteleisen und Moos gedichtet sind. Sowohl der Pferdestall wie die Kajüte sind oft nicht fest in das Schiff eingebaut, sondern bewegliche Hütten, namentlich bei den französischen Kadolen (»Toue«), die von der Saone aus dem Departement Doubs stammen (Abb. 120). Diese Schiffe haben ein prahmartig aufgebogenes, aber stärker gekrümmtes Vorschiff, ähnlich wie die Waidlinge (24). Die dargestellte Kadole ist 36,85 m über alles lang, 5,02 m breit und in der Mitte 2,08 m hoch. Die Tragfähigkeit ist bei 1,8 m Tauchtiefe 250 bis 270 t. Der Leertiefgang beträgt 28 cm, der Völligkeitsgrad der Verdrängung 0,97. Der Boden ist am Heck etwas angehoben. Die beiden durch eine Stange zwischen

1) Zuweilen auch »Champenois« genannt.

den Helmhölzern verbundenen Ruder werden im beladenen Zustande benutzt, während bei leerem Schiffe nur ein Mittelruder gebraucht wird.

Wenn die Kadole im Vorschiff zugeschärft wird, so daß sie nahezu halbzilindrische Form bekommt, und mit einem meistens etwas gekrümmten Vorsteven versehen wird, nennt man sie Spitzkadole[1]) (in Frankreich »Flûte«). Der Boden wird vorn ziemlich stark angehoben (Abb. 121); das Hinterschiff ist ebenso wie bei den anderen Kadolen gebaut. Der Völligkeitsgrad der Verdrängung ist dann 0,95.

Kadolen, Abb. 120 bis 122.

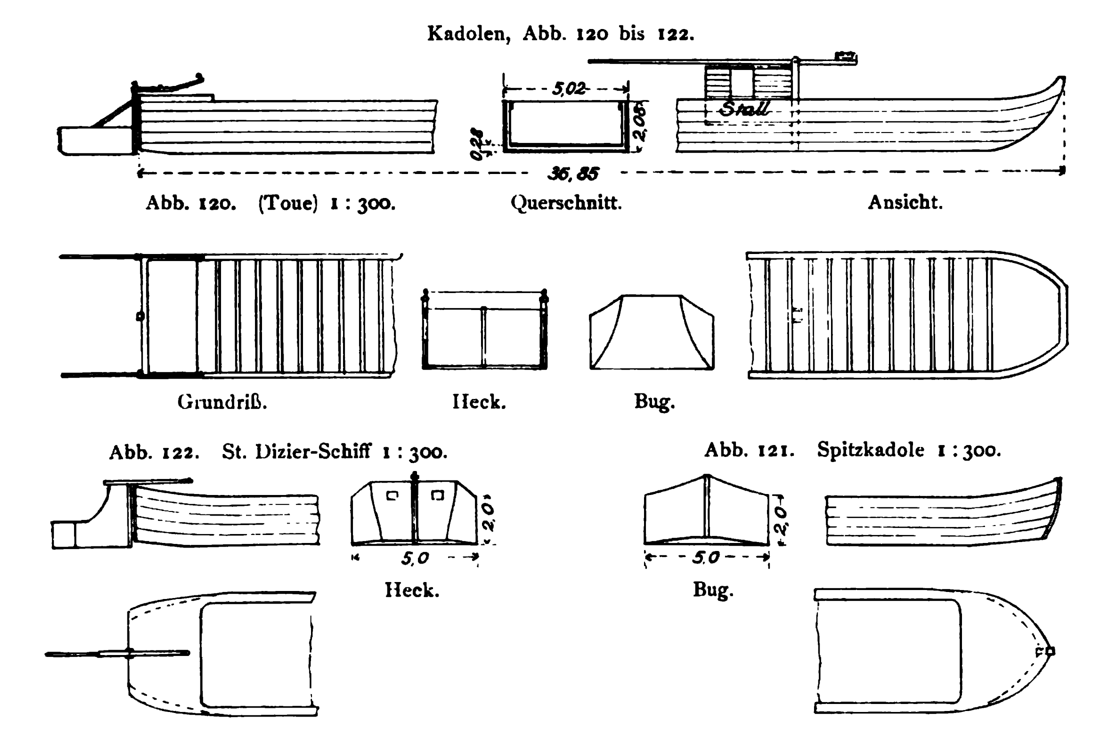


Abb. 120. (Toue) 1 : 300. Querschnitt. Ansicht.

Grundriß. Heck. Bug.

Abb. 122. St. Dizier-Schiff 1 : 300. Abb. 121. Spitzkadole 1 : 300.

Heck. Bug.

Wenn das Hinterschiff der Spitzkadole namentlich im unteren Teile stark zusammengezogen und nur noch ein Steuerruder an einem Hintersteven angeordnet wird (Abb. 122), nennt man sie ein St. Dizier-Schiff, weil diese Schiffe dort an der Marne meistens gebaut werden. Der Boden wird am Heck in der Regel stark angehoben und der Völligkeitsgrad sinkt auf 0,94. In Frankreich werden diese Schiffe oft gleichfalls Flûte genannt. Eine Eigentümlichkeit ihrer Bauart besteht darin, daß die Bordwände durch von innen aufgenagelte Leisten gedichtet werden.

28. Das hölzerne Neckarschiff (Abb. 123 bis 125) ist 35,2 m über alles lang, hat eine größte Breite in der Mitte von 5,2 m und eine kleinste

1) Zuweilen auch »Rackette« genannt.

Hölzernes Neckarschiff, Abb. 123 bis 125.

Abb. 123. Ansicht 1 : 300.

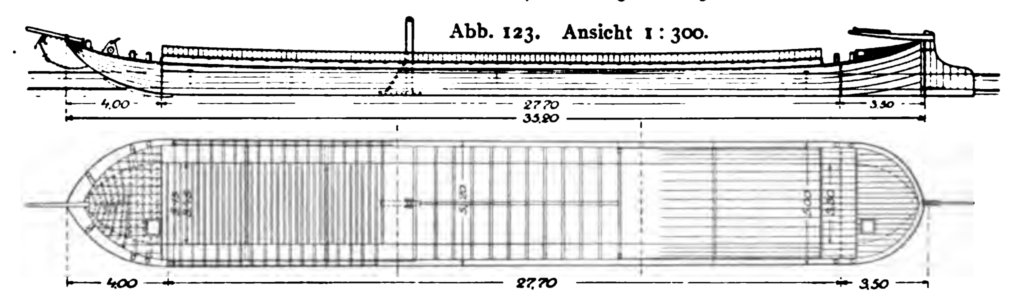


Abb. 124. Grundriß 1 : 300.

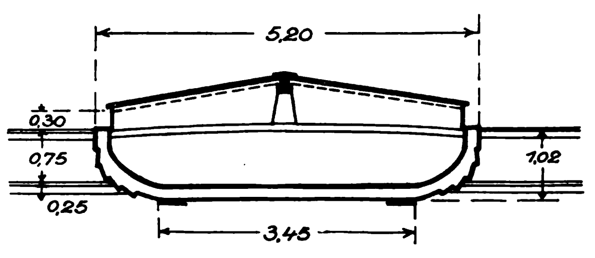


Abb. 125. Querschnitt 1 : 100.

Stählernes Neckarschiff, Abb. 126 bis 128.

Abb. 126. Ansicht 1 : 350.

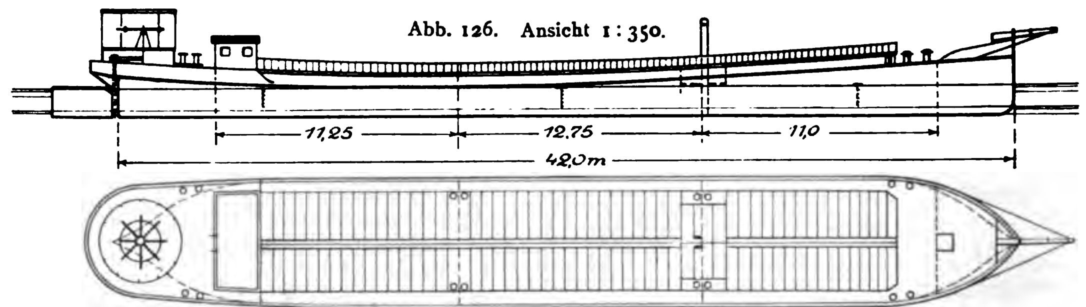


Abb. 127. Grundriß 1 : 350.

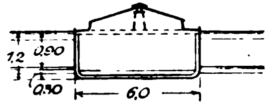


Abb. 128. Querschnitt 1 : 350.

Hölzernes Mainschiff, Abb. 129 bis 131.

Abb. 129. Längsschnitt 1 : 200.

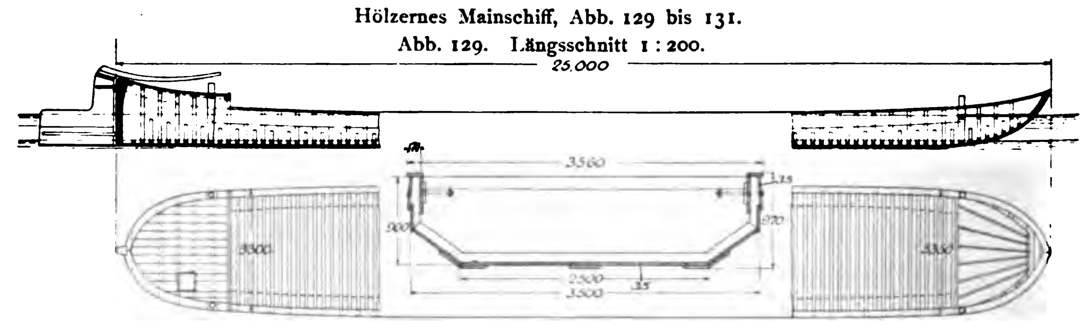


Abb. 130. Grundriß 1 : 200. Abb. 131. Querschnitt 1 : 80.

Seitenhöhe von 1,02 m bis zum Schandeck. Der Leertiefgang ist 25 cm. Bei einer Tauchtiefe von 1 m ist die Tragfähigkeit 110 t, der Völligkeitsgrad des Eichraums also 0,83. Die äußere Form hat Ähnlichkeit mit dem oberrheinischen Holzschiff (23).

Der Boden ist vorne kaffenartig aufgebogen und läuft in einen Schnabel aus, der Boden hat hinten keinen Sprung, das Heck ist abgerundet und mit senkrechtem Steven versehen, an dem das feste Ruder hängt. Das Deck hat großen Sprung wie die Rheinschiffe. Das Mittelschiff hat Ablauf nach vorne und nach hinten, wo die größten Breiten nur 5,15 und 5 m betragen. Die Bordwände sind im Querschnitte stark gerundet, so daß die Breite im Boden vorne und in der Mitte 3,45 m, hinten 3,3 m beträgt. Rings um das Schiff läuft ein 25 cm breites Schandeck, an das sich ein 30 cm hoher Tennebaum anschließt; das Plattendeck ist nach rheinischer Bauart angeordnet. Der 27,7 m lange Laderaum ist durch 7 Duchten (Gebinde) in Abständen von 3,5 bis 4,5 m versteift. Im Vorschiff befindet sich unter Deck ein Mannschaftsraum, im Hinterschiff eine höhere Kajüte.

29. Das stählerne Neckarschiff (Abb. 126 bis 128) hat eine Länge zwischen den Loten von 42 m, eine größte Breite von 6 m und eine kleinste Seitenhöhe bis zum Stringer von 1,2 m. Der Leertiefgang ist 30 cm. Bei einer Tauchtiefe von 1,2 m beträgt die Tragfähigkeit etwa 200 t, der Völligkeitsgrad des Eichraums also 0,90. Die äußere Form ähnelt durchaus den neueren Rheinschiffen.

Das Mittelschiff hat nach beiden Enden etwa 20 cm Ablauf, der Boden zeigt keinen, das Deck sehr großen Sprung, das Schiff hat keine Lehnung und runde Kimm. Bug und Heck sind unter Wasser keilförmig. Das übergebaute Heck trägt den Steuerstuhl, genau wie bei den Rheinschiffen. Durch 4 Schottwände werden 3 Laderäume abgeteilt, vorne und hinten sind Kajüten unter Deck und außerdem eine hinten aufgebaute Roef. Bei dem Mastköcher sind geräumige Herfte angebracht.

Die Abmessungen der Neckarschiffe sind von Mannheim bis Heilbronn durch keine Schleusen begrenzt. Die größten, jetzt dort verkehrenden Schiffe sind 48,5 m lang, 7,5 m breit und haben eine Tragfähigkeit von 400 t. Oberhalb Heilbronn sind die Schiffe meist nur 36 m lang und 4,2 m breit, weil die dort vorhandenen Schleusen eine nutzbare Länge von 39,5 m und eine nutzbare Breite von 4,58 m haben.

30. Das hölzerne Mainschiff (»Schelch«, Abb. 129 bis 131) hat Ähnlichkeit mit dem hölzernen Neckarschiff, aber einen etwas anderen Querschnitt. Es ist offen, hat eine Länge über alles von 25 m, eine größte Breite von 3,56 m, eine kleinste Seitenhöhe in der Mitte (einschließlich der Dicke der Sohlbretter und des Schandecks) von 0,97 m und trägt bei einer Tauchtiefe von 0,9 m etwa 50 t. Bug, Heck und Steuer entsprechen dem hölzernen Neckarschiff und dem oberrheinischen Holzschiff.

Das Mittelschiff hat nach vorn 15 cm, nach hinten 20 cm Ablauf, dort also nur obere Breiten von 3,35 m und 3,3 m über den Spanten. Der Querschnitt zeigt von oben bis etwa zur halben Höhe senkrechte Bordwände, dann aber nach unten eine sehr starke Lehnung (etwa 40° zur wagerechten geneigt), so daß die Breite des Bodens nur 2,5 m beträgt. Dieser besteht ebenso wie die Bordwände aus 35 mm dicken eichenen Bohlen, die unten durch 3 Sohlbretter und seitlich noch durch 2 aufgenagelte »Wangen« verstärkt sind. Die 80—90 mm starken Spanten (Knie) bestehen aus einem Stück mit der Bodenwange und werden abwechselnd auf Backbord- und Steuerbordseite versetzt, liegen also nicht in derselben Querschnittsebene wie beim Eisenbau oder beim Holzbau an den östlichen Wasserstraßen. Rings um das Schiff läuft ein 170 mm breites, 40 mm starkes Schandeck, das binnenschiffs auch über das Futter oder die »Remme« reicht, wie man am Rhein die obere innere Bordverkleidung nennt, die dem Schiffe eine gewisse Längsversteifung gibt. Die Duchten sind durch Schraubenbolzen mit den Bordwänden verbunden.

Im Vorschiff befindet sich ein festes Deck, unter dem Geräte aufbewahrt werden, hinten ist eine kleine Kajüte angeordnet. Die größeren Holzschiffe sind mit Plattendeck versehen. Kleine Schelche werden zuweilen »Schlumper« genannt, und größere bis zu 120 t, aus weichem Holz und leicht gebaut, heißen Zillen. Sie befahren auch den Ludwigkanal.

31. Das stählerne Mainschiff (Abb. 132 bis 134) hat eine Länge über alles von 41 m, eine größte Breite von 6,4 m über den Spanten, eine kleinste Seitenhöhe bis zum Stringer von 1,1 m und bei gleicher Tauchtiefe eine

Stählernes Mainschiff, Abb. 132 bis 134.

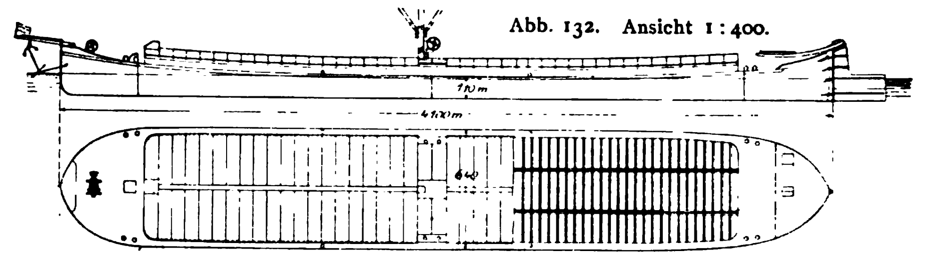
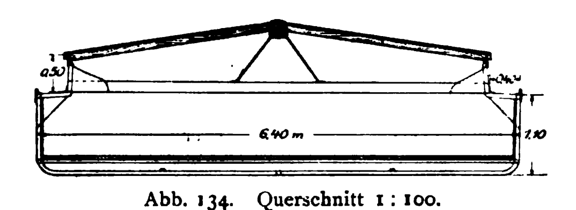

Abb. 132. Ansicht 1 : 400.

Abb. 133. Grundriß 1 : 400.


Abb. 134. Querschnitt 1 : 100.

Tragfähigkeit von etwa 200 t. Der Leertiefgang ist 30 cm. Das Schiff ist dem stählernen Neckarschiffe in den Abmessungen ziemlich ähnlich. Das Hinterschiff nebst dem Steuerruder ist aber in den völligeren Formen des vorbeschriebenen Holzschiffs ausgeführt, wenngleich neuerdings einige stählerne Schiffe auch in dieser Beziehung genau nach Art der Rheinschiffe gebaut werden.

Das Mittelschiff hat nur hinten einen Ablauf von 30 cm, die Kimm ist rund, der Boden hat keinen Sprung, dagegen das Deck einen bedeutenden. Der ringsum laufende Bordgang Stringer) ist 0,4 m breit, der Tennebaum 0,5 m hoch. Durch 3 Schottwände sind 2 Kajüten und 2 Laderäume abgeteilt, die durch Duchten versteift werden. Am mittelsten Schott bei dem Lademast ist eine große, vorn am Ende des Laderaums noch eine kleine Herft angeordnet.

32. Das Lahnschiff (Abb. 135 bis 137) ist in seinen Abmessungen durch die Größe der Schleusen begrenzt, die eine nutzbare Länge von 32,64 m und eine nutzbare Breite von 5,34 m haben. Aus Abb. 136, wo das Schiff in der Schleuse liegend dargestellt ist, erkennt man, wie es möglich ist, durch diese Schleuse mit Schiffen von 34,2 m, über alles gemessen, zu fahren und doch noch das Steuerruder in die Schleuse zu bringen. Die größte Breite beträgt 5,2 m, die im Hinterschiffe auf 5,15 m abnimmt. Die kleinste Seitenhöhe ist 1,45 m, der Leertiefgang 30 cm, die größte Tauchtiefe 1,25 m mit 190 t Tragfähigkeit.

Das dargestellte Schiff ist aus Eichenholz hergestellt. Die Formen von Bug und Heck sind ähnlich wie der Bug des oberrheinischen Holzschiffs und der hölzernen Neckar- und Mainschiffe:

halb Kaffe, halb Löffel. Die Schandecklinie ist mittschiffs wagerecht und am Bug und Heck aufgebogen. Der Querschnitt zeigt eine Lehnung von 20 cm, so daß die Bodenbreite 4,8 m beträgt. Die hölzernen Spanten sind gegeneinander versetzt und besondere Bodenwrangen fehlen, wie beim hölzernen Mainschiff. Die Beplankung ist 4 cm stark, besondere Sohlbretter und Wangen fehlen. Die Wegerung ist gleichfalls 4 cm stark sowie auch das 24 cm breite Schandeck,

Hölzernes Lahnschiff, Abb. 135 bis 137.

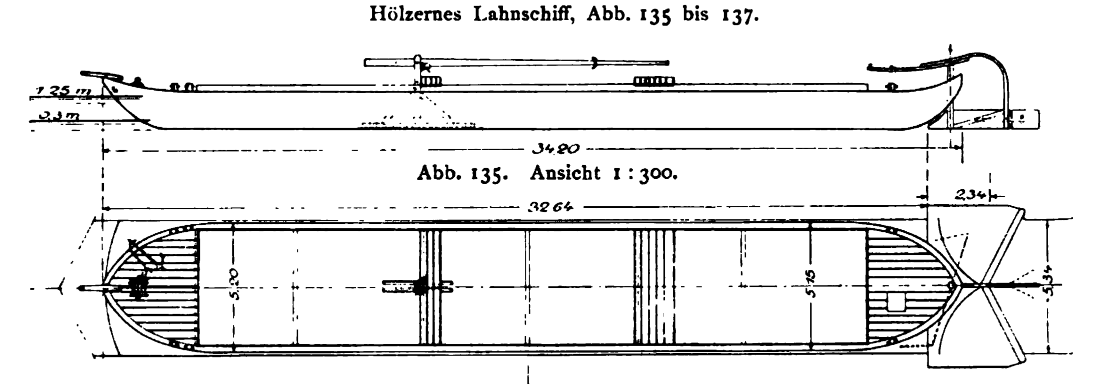


Abb. 135. Ansicht 1 : 300.

Abb. 136. Grundriß von Schiff und Schleuse 1 : 300.

an dem binnenschiffs eine 30 cm hohe, ebenso starke senkrechte Windlatte angeordnet ist. Der Laderaum ist offen und durch 7 Duchten versteift, im Vor- und Hinterschiffe befinden sich kleine Kajüten. Im Laderaum sind außerdem noch 2 Herfte angeordnet. Das Ruder hat eine eigentümliche Gestalt: Der senkrechte Ruderschaft ist im oberen Teil abgerundet und durch die Hinterkaffe hindurchgeführt; mit dem Helmstock ist eine Versteifung aus gebogenem Holz verbunden, die zum hinteren Teil des Ruders hinunterführt. Das Ruderblatt sowie der Helmstock können mittels je eines Gelenkes umgeklappt werden, wenn das Schiff in der Schleuse liegt.

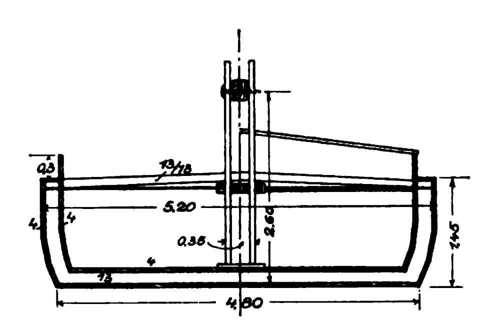


Abb. 137. Querschnitt 1 : 100.

33. Das Moselschiff (Abb. 138 u. 139) ist innerhalb Preußens und Luxemburgs bisher in seinen Abmessungen durch Schleusen nicht beschränkt und es verkehren jetzt dort Schiffe bis zu 55 m Länge, 5,35 m Breite und 800 t Tragfähigkeit; die Mehrzahl hat aber Tragfähigkeiten von 200 bis 300 t und ist aus Stahl gebaut. Unser Beispiel zeigt ein solches Schiff von 43,4 m Länge über alles, 5,64 m größter Breite, 1,9 m Seitenhöhe und 24 cm Leertiefgang, das bei 1,44 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von 218 t hat.

Die Form des Bugs ist die gleiche wie bei dem stählernen Mainschiff und Neckarschiff, das Heck hat unter Wasser Keilform, ist aber nicht übergebaut. Der Vorsteven ist geneigt, der Hintersteven senkrecht und trägt das feste Ruder. Das Schiff hat keine Lehnung, runde Kimm und keinen Sprung im Boden. Auch die Decklinie ist nur an den Enden gehoben. Das Mittel-

schiff hat Ablauf nach vorn und hinten, so daß dort die Breite 5,40 m beträgt. 4 Schottwände teilen 3 Laderäume von je 11,6 m Länge und 2 Kajüten ab. Der Tennebaum und das Plattendeck sind wie bei den Rheinschiffen angeordnet. Bei dem Mastköcher befinden sich 2, bei der anderen mittleren Schottwand noch eine dritte Herft. Mehrere stählerne Moselschiffe sind auch ganz nach der Art der Rheinschiffe mit übergebautem Heck und Steuerstuhl gebaut.

Stählernes Moselschiff, Abb. 138 und 139.

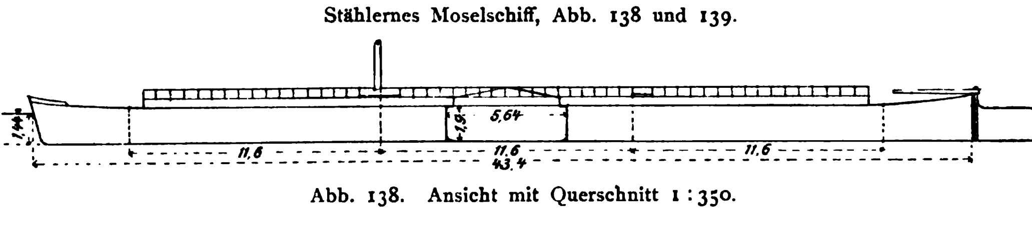


Abb. 138. Ansicht mit Querschnitt 1 : 350.

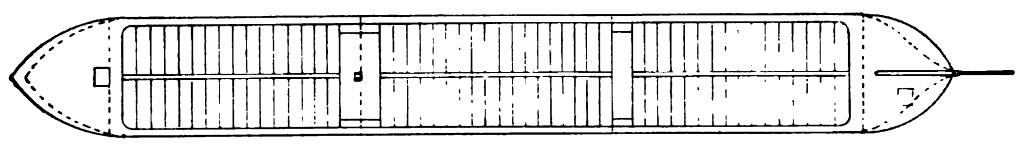
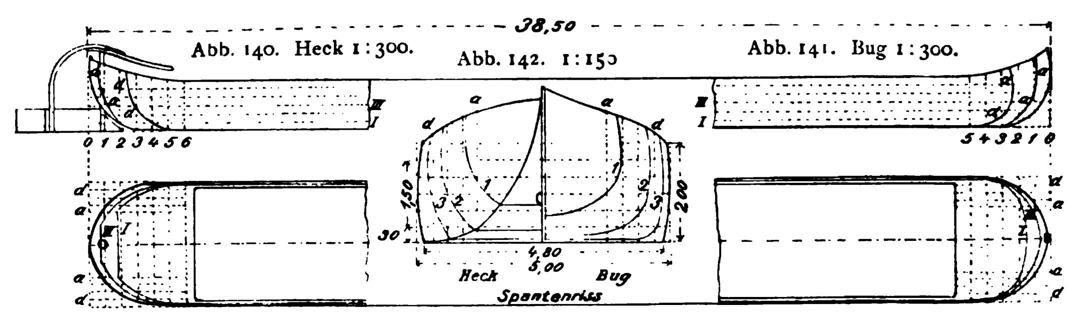


Abb. 139. Grundriß 1 : 350.

Die Zahl der hölzernen Moselschiffe nimmt allmählich ab. Sie sind hinsichtlich der Formen des Bugs, des Hecks und des Steuers wie die Lahnschiffe (32) gebaut. Da sie aber im allgemeinen durch keine Schleusen in ihren Abmessungen beschränkt werden, sind Vor- und Hinterschiff mehr zugespitzt und höher aufgebogen. Auch der Querschnitt ist nicht so völlig wie beim Lahnschiff, zeigt vielmehr eine Muldenform wie das oberrheinische Holzschiff (23). Die Bauart ist sonst dieselbe; oft wird über dem Mittelschiff noch eine halb versenkte Kajüte (Roef) aufgebaut und der Laderaum mit einem Plattendeck geschlossen.



Hölzernes Saarschiff, Abb. 140 bis 142.



34. Das Saarschiff (Abb. 140 bis 142). Die auf den Wasserstraßen der Saar verkehrenden Holzschiffe sind im allgemeinen ebenso gebaut wie die vorstehend beschriebenen hölzernen Moselschiffe. Auf der preußischen kanalisierten Saar sind die Abmessungen durch die Schleusen begrenzt, die eine nutzbare Länge von 40,8 m und eine nutzbare Breite von 6,6 m haben, während in Elsaß-Lothringen die Schleusen sowohl in der kanalisierten Saar als auch im Saarkanal Abmessungen von 38,5 m und 5,2 m haben (S. 113). Um die

Schleusen vorteilhaft auszunutzen, ist das hölzerne Moselschiff völliger gemacht worden, indem der runde Boden durch einen flachen mit schwacher Lehnung ersetzt und die Aufbiegung des Bugs und des Hecks steiler gemacht wurde.

Unser Beispiel zeigt ein hölzernes Schiff von 38,5 m Länge über alles, 5 m Breite und 2 m Seitenhöhe. Der Leertiefgang ist 30 cm; bei einer Tauchtiefe von 1,8 m hat es eine Tragfähigkeit von 270 t, mithin nicht viel weniger als die Penische. Die Formen des Bugs und des Hecks sind beachtenswert, wie der Spantenriß (Abb. 142) zeigt. Es sind außerdem auch zur Verdeutlichung einige Wasserlinien und Schnitte im Grundriß und Aufriß gezeichnet worden[1]. Der Bug zeigt Löffelform, das Heck eine gerundete Kaffe, die in die Löffelform übergeht: aus dem Spantenriß sind die Unterschiede ersichtlich. Der Völligkeitsgrad der Verdrängung ist 0,935.

35. Der Maasspitz, frz. »Pointu« (Abb. 143 bis 145) ist beim Verkehr nach dem Rhein in seinen Abmessungen von den Schleusen in der kanalisierten Maas, im Kanal von Lüttich nach Maastricht und im Kanal von Maastricht


Stählerner Maasspitz, Abb. 143 bis 145.

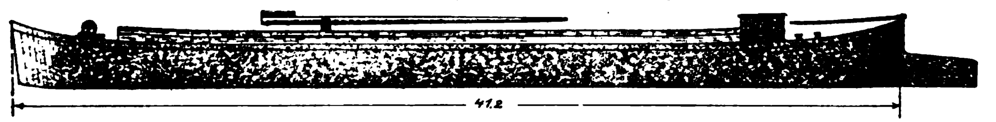
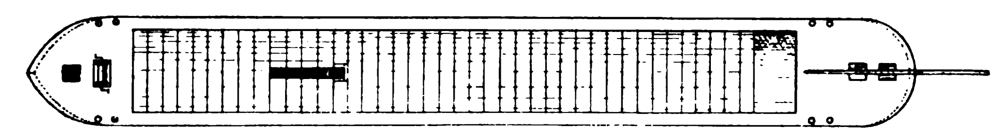
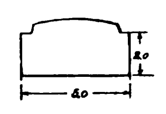


Abb. 143. Ansicht 1 : 350.


Abb. 144. Grundriß 1 : 350.

nach Herzogenbusch (holl. »Zuid—Willemsvaart«) abhängig. Obwohl diese in dem letztgenannten holländischen Kanal eine nutzbare Länge von 50 m und eine nutzbare Breite von 7 m haben (S. 151), werden nur Schiffe von 50 m Länge und 5 m Breite, ausnahmsweise 6,6 m Breite zugelassen.


Abb. 145. 1 : 350.

Das dargestellte Schiff aus Stahl ist 41,2 m über alles lang, hat eine größte Breite von 5 m, eine kleinste Seitenhöhe von 2 m, einen Leertiefgang von 30 cm und trägt bei einer Tauchtiefe von 1,9 m etwa 300 t. Der Boden ist vorne etwas gehoben, sonst ohne Sprung. Auch das Deck zeigt mittschiffs wenig Sprung. Das Schiff hat weder Ablauf noch Lehnung und scharfe Kimm. Die Formen von Bug und Heck sind sehr völlig, das Heck hat fast halbzilindrische Gestalt. Der Vorsteven ist etwas geneigt, der Hintersteven senkrecht und trägt an Fingerlingen das feste Ruder. Das Deck ist in üblicher Weise mit durchlaufenden Bordgängen und Tennebaum versehen, das Plattendeck hat gebogene Rinnsparren, ohne Lukenbalken. Im Hinterschiff ist auf Deck eine besondere Kajüte (Roef) angeordnet.

Die älteren eisernen Maasspitze haben am Bug und Heck unter Wasser Keilform und sind damit dem stählernen Moselschiff (33) ähnlich; um sie aber bei Längen unter 38,5 m auch auf den französischen Kanälen vorteilhaft verwenden zu können, sind sie nicht völlig genug. Man baut für diesen Zweck deshalb eine besondere Art Maasspitz (von den Schiffern »Fox-Terrier« genannt), die vorne und hinten noch stärker abgerundet ist als das dargestellte Schiff und deren

1) Es ist dies ein »preußisches Schiff«, das De Mas bei seinen Versuchen benutzt hat. Vgl. Anmerkung auf Seite 303.

Heck nahezu kugelförmig gestaltet ist. Diese Art ist jetzt sehr verbreitet und verkehrt auch auf dem unteren Rhein. Der Maasspitz ist in der Regel mit Segeln ausgerüstet, größere Schiffe tragen auch zwei Maste.

Die hölzernen Maasschiffe heißen »Herna« und »Mignole« (flämisch »Spitzbek«) und haben mit dem oben beschriebenen Lahnschiffe (32) Ähnlichkeit hinsichtlich der Formen des Bugs und Hecks sowie des Steuers. Der Querschnitt zeigt meistens starke Lehnung, ähnlich wie das oberrheinische Holzschiff (23). Wenn der kaffenartig rund aufgebogene Bug vorne abgeschnitten ist wie bei der Kadole (27), nennt man das Schiff Herna, wenn es aber in eine Spitze ausläuft, wie bei dem Lahnschiff, nennt man es Mignole.

Das Deck dieser Schiffe ist im übrigen ebenso angeordnet wie bei dem dargestellten Maasspitz; jedoch pflegt die Kajüte mittelschiffs etwas versenkt aufgebaut zu werden. Die Abmessungen der älteren Schiffe schwanken zwischen 30 und 35 m Länge, 4,2 m und 5 m Breite und 1,6 m bis 1,7 m Tauchtiefe. Die Tragfähigkeit beträgt 100 bis 200 t. Neuerdings baut man sie meistens 38,5 m lang, 5 m breit und gibt ihnen völligere Formen, indem namentlich die Lehnung fortfällt. Dann erreichen sie bei 1,9 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von 280 t. Zuweilen werden in neuester Zeit diese Schiffe auch aus Stahl hergestellt.

36. Die Tjalk (Abb. 146 bis 148) ist von allen holländischen und Brabanter Segelschiffen, die in dem unteren Rheingebiet verkehren, das am meisten verbreitete. Man findet die Tjalk auch auf der Ems und auf dem Dortmund-Ems-Kanal, wohin sie durch die holländischen Kanäle gelangt. Ihre üblichen Abmessungen sind 20 m bis 25 m Länge, 4,7 m bis 5,5 m Breite (einschl. der Schwerter) und 1,6 m bis 2,2 m Seitenhöhe mit 70 bis 150 t Tragfähigkeit Größere Schiffe sind selten. Der Leertiefgang ist bedeutend und schwankt zwischen 60 und 75 cm[1]).

Tjalk, Abb. 146 bis 148.

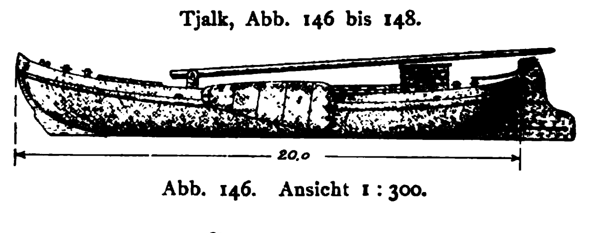


Abb. 146. Ansicht 1 : 300.

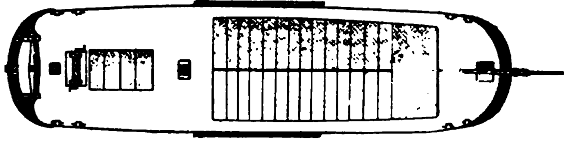


Abb. 147. Grundriß 1 : 300.

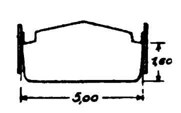


Abb. 148. 1 : 300.

Unser Beispiel zeigt eine Tjalk von 20 m Länge über alles, 5 m Breite (ohne Schwerter) und einer kleinsten Seitenhöhe von 1,6 m. Der Boden ist flach und ohne Sprung, das Deck zeigt aber einen starken Sprung. Der Querschnitt hat Lehnung und runde Kimm. Das Mittelschiff hat Ablauf nach vorne und nach hinten. Bug und Heck zeigen abgerundete, aber stumpfe Form: Der Vorsteven ist nach vorne geneigt, oben nach innen gebogen, der Hintersteven ist senkrecht und trägt mit Fingerlingen das feste Ruder. Beide Steven (Nasholz und Kielholz) springen unten weit vor dem löffelförmigen Bug und Heck vor. Auf dem festen Deck ist vorne eine kleinere und hinten eine größere Luke nebst einer Kajüte angeordnet. Die größere Luke ist mit Tenne-

1) Diese und die vorstehenden Abbildungen sind dem Werke von Dehem entnommen. Fußnote auf Seite 292.

baum und einem Plattendeck versehen, dessen Lukendeckel in der Mitte von einem Lukenbalken getragen werden. Der Mast ist umlegbar und trägt eine reichliche Takelung. Auch ist das Schiff mit großen Schwertern ausgerüstet. In der Regel werden die Tjalken aus Eichenholz gebaut, neuerdings zuweilen aus Stahl.

Ähnliche holländische Schiffe sind der »Praam«, der völliger und mit weniger Sprung gebaut wird, ferner die kleineren »Hoogaarts« und »Hengst«, die aber nur 10 bis 12 m lang, 3 m bis 3,5 m breit sind und etwa 10 t tragen. Von Brabanter Segelschiffen sind die »Otter«, die »Schuit« und die »Pleit« zu erwähnen, deren Bauart mit der der Tjalk ziemlich übereinstimmt. Die Otter (20 bis 30 m lang, 4 bis 5 m breit mit 70 bis 180 t Tragfähigkeit) ist davon am meisten verbreitet. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß das Heck über das Steuerruder hochgeführt ist und das Helmholz des Ruders durch diese Wand hindurchgeht wie bei dem kurischen Reisekahn (1), mit dem diese Schiffe auch sonst viel Ähnlichkeit haben. Die Pleit hat weniger gekrümmte Formen, führt auch weniger Takelung und erreicht bei 35 m Länge, 5 m Breite und 2 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von 270 t.

Das Emsgebiet und der Dortmund-Ems-Kanal. Mit Ausnahme der untersten Strecke der Ems (von Emden aufwärts bis Papenburg und Herbrum) und der Leda wird die Größe der Schiffe durch die Abmessungen der Schleusen begrenzt. Diese sind in der aufgestauten Ems: 165 m nutzbare Länge und 10 m nutzbare Breite, in dem eigentlichen Dortmund-Ems-Kanal: 67 m nutzbare Länge und 8,6 m nutzbare Breite, im Ems-Jade-Kanal: 33 m Länge und 6,5 m Breite, in den Oldenburgischen Kanälen (z. B. der Ems-Hunte-Kanal): 29 m Länge und 5,2 m Breite, in den Papenburger Kanälen: 32 m Länge und 6,4 m Breite. Auf dem linken Emsufer haben die mit den holländischen Wasserstraßen in Verbindung stehenden ostfriesischen Kanäle, wie der Haren-Rütenbrock-Kanal, der Süd-Nord-Kanal, der Ems-Vechte-Kanal usw. ähnliche Schleusenabmessungen: 33 m nutzbare Länge und 6,5 m nutzbare Breite. Vor Erbauung des Dortmund-Ems-Kanals verkehrten auf diesen Wasserstraßen die Pünten, Tjalken und andere holländische Schiffe sowie außerdem kleine Küstenschiffe und verschiedene Arten von kleinen Kanalschiffen, wie z. B. die »Muttschiffe« von 15,6 m Länge, 4 m Breite und 30 t Tragfähigkeit auf den Papenburger Kanälen. Wir beschäftigen uns nur mit den Schiffen auf dem Dortmund-Ems-Kanal.

37. Die Pünte (Abb. 149 bis 151) ist ein leicht gebautes, in der Regel offenes Holzschiff, das besonders in Haren an der Ems gebaut wird. Die dargestellte Pünte ist eine der größten mit 26,2 m Länge über alles, 5,68 m Breite und 2,1 m kleinster Seitenhöhe. Sie hat einen Leertiefgang von 35 cm und bei einer Tauchtiefe von 1,75 m eine Tragfähigkeit von etwa 180 t. Es sind aber viele kleinere vorhanden, die bei einer Tauchtiefe von 1,1 m nur 90 t Tragfähigkeit besitzen.

Die zum Segeln eingerichteten Schiffe haben flachen, hinten etwas gehobenen Boden mit starkem Ablauf des Mittelschiffs nach hinten und nach vorne. Der Querschnitt zeigt Lehnung

und scharfe Kimm. Das Hinterschiff ist zugespitzt und mit senkrechtem Steven versehen, an dem das Steuerruder hängt. Das Vorschiff ist prahmartig aufgebogen, ähnlich wie der Waidling (24) und am Bug auf 2,5 m Breite zusammengezogen. Diese Anordnung wird beim Treideln verwendet, um das Pferd an Bord zu nehmen und an das andere Ufer überzusetzen, wenn der Leinpfad das Ufer wechselt. Im Hinterschiff ist eine Kajüte eingebaut. Die Lebensdauer ist auf 22 bis 25 Jahre anzunehmen.

Pünte, Abb. 149 bis 151.

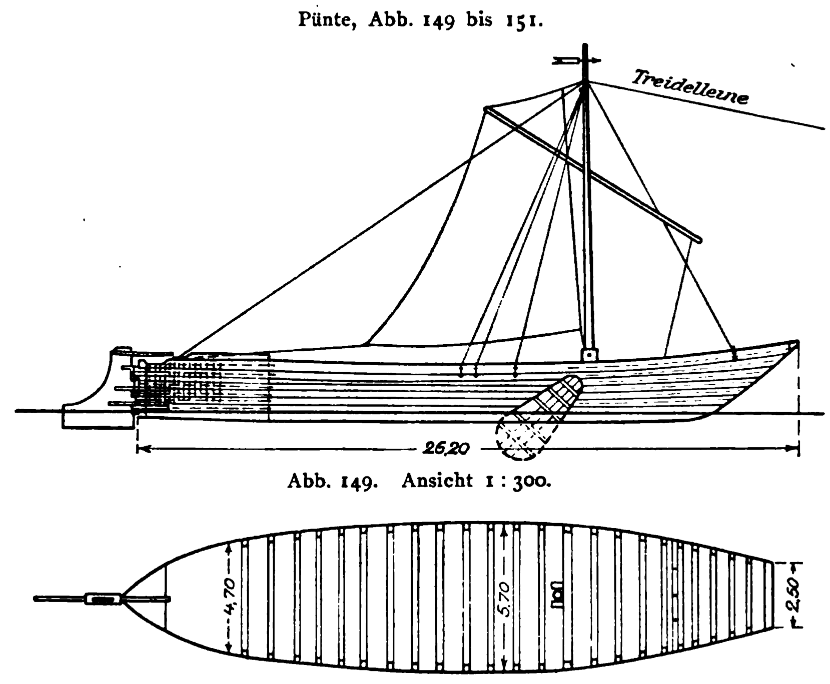


Abb. 149. Ansicht 1 : 300.

Abb. 150. Grundriß 1 : 300.

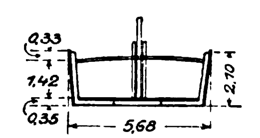
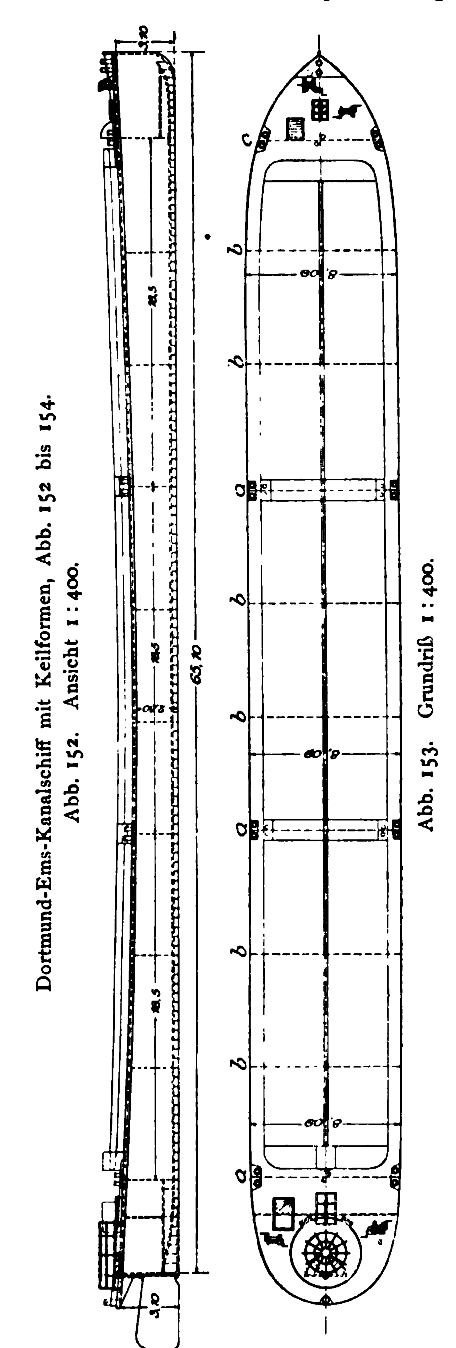


Abb. 151. Querschnitt 1:300.

38. Das Kanalschiff aus Stahl mit keilförmigem Bug und Heck (Abb. 152 bis 154) ist jetzt die bevorzugte Schiffsform. Das dargestellte Schiff hat eine Länge von 65,1 m zwischen den Loten und von 66,5 m über alles, eine Breite von 8,09 m über den Spanten und von 8,2 m über den Scheuerleisten, sowie eine kleinste Seitenhöhe bis zum Stringer von 2,3 m. Bei einer Tauchtiefe von 2 m hat es eine Tragfähigkeit von 750 t. Bei 2,3 m Tauchung würde sie 900 t betragen. Es ist nach Art der großen Rheinschiffe ohne Lehnung, ohne Ablauf im Mittelschiff, ohne Sprung im Boden, mit runder Kimm nach einem Halbmesser von 500 mm, mit übergebautem rundem Heck und mit festem Steuerruder gebaut. Der Leertiefgang beträgt im Mittel 45 cm, die höchsten Teile des Schiffes ragen nicht mehr als 3,8 m darüber hinaus.

Die 65 · 50 · 6,5 mm starken Spanten haben im Hinterschiff und Mittelschiff einen Abstand von 550 mm, im Vorschiff von 350 mm. An jedem Spant befindet sich eine 240 · 6 mm starke Bodenwrange, die oben mit einem Winkel von 55 · 55 · 6 mm gesäumt ist. An den Rahmen-

spanten haben die Bodenwrangen doppelte Winkel. Diese Rahmenspanten befinden sich zu zweien in jedem Laderaume, sind 200 · 6 mm stark und binnenschiffs mit 2 Winkeln von 55 · 55 · 6 mm gesäumt. Der Boden wird durch 3 vollständige Kielschweine verstärkt, die aus 6 mm starken, oben mit 2 Winkeln von 50 · 50 · 6 mm und unten durch einen von 65 · 50 · 6,5 mm gesäumten Blechen bestehen. Der 750 mm breite Stringer (Bordgang) ist 7 mm stark, mit der Bordwand durch einen 80 · 80 · 8 mm starken Stringerwinkel und mit dem senkrechten Tennebaum durch einen 65 · 65 · 6,5 mm starken Winkel verbunden. Der 7 mm starke Tennebaum reicht 400 mm über Deck und 150 mm unter Deck, wo er an der Unterkante der Deckbalken umgebogen ist. Oben ist er durch einen 55 · 50 · 6 mm starken Winkel zum Auflegen der Rinnsparren verstärkt. Von der Außenkant sind der Kimmgang 9 mm, der Scher- und Kielgang 8 mm, die übrigen Boden- und Seitengänge 7 mm stark. Im Vorschiff, auf 9 m Entfernung vom Steven sind aber die letzteren von 200 mm unter dem Leertiefgang bis 200 mm über der Tiefladelinie auch 8 mm stark. Die Scheuerleiste (Bergplatte) besteht aus einem 200 · 10 mm starken Bleche mit einem Halbrundstahl von 78 · 26 mm. Durch 4 wasserdichte, mit Winkeln versteifte Schotte von 5 mm Stärke (*a*) werden 3 Laderäume und 2 Kajüten abgeteilt. Die beiden äußersten Schotte reichen



Dortmund-Ems-Kanalschiff mit Keilformen, Abb. 152 bis 154.

Abb. 152. Ansicht 1 : 400.

Abb. 153. Grundriß 1 : 400.

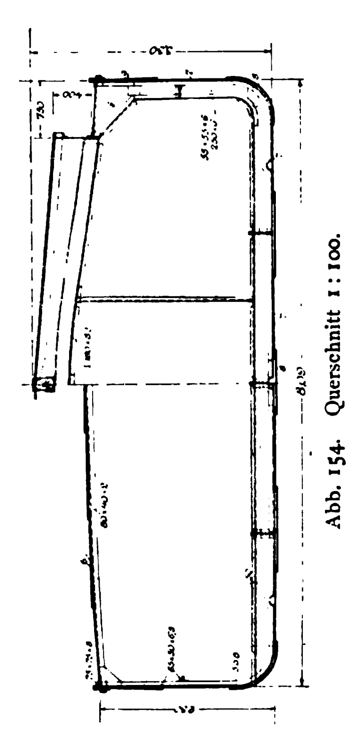


Abb. 154. Querschnitt 1 : 100.

bis unter das Vor- und das Hinterdeck, die beiden mittleren tragen schmale Deckflächen von je 1,1 m Breite, zwischen denen ebenso wie auf den Rheinschiffen Herfte angeordnet sind. Ferner sind noch 2 solcher Herfte am vorderen Ende des vordersten und am hinteren Ende des hintersten Laderaums angeordnet, die zur Aufbewahrung von Geräten und dgl. dienen. Die Herftwände aus Stahl tragen Schuhe zum Auflegen der Lukenbalken. Die 3 großen Laderäume werden durch je 2 Duchten (Gebinde) in je 3 Teile zerlegt (*b*), die durch bewegliche Holzschotte abgeschlossen werden können. Diese Duchten mit I-Querschnitt sind gekrümmt, seitlich in Gleitbahnen am Tennebaum beweglich, werden durch 2 Stützen von C-Querschnitt mit dem Boden verbunden und tragen oben in der Mitte den Lukenbalken. An ihrer unteren Fläche sind sie mit 2 Winkeln zur Aufnahme der Holzwände versehen. Das Plattendeck mit starkem Sprung ist wie bei den Rheinschiffen eingerichtet: Die etwa 530 mm breiten Lukendeckel ruhen auf hölzernen Rinnsparren, die einerseits von dem Tennebaum, andererseits von dem Lukenbalken unterstützt werden. Das Steuerruder ist gleichfalls wie auf den Rheinschiffen angeordnet und wird durch ein wagerechtes Handrad bewegt. Mast und Segel fehlen.

Aus dem Vergleich nach der amtlichen Eichung von 9 Schiffen ergeben sich folgende Grenz- und Durchschnittwerte:

Länge über alles	66,80 bis	68,00 m.	im Mittel	67,06 m
Länge zwischen den Loten . . .	65,00 »	66,30 »	» »	65,34 »
Größte Breite	8,20 »	8,25 »	» »	8,21 »
Kleinste Seitenhöhe bis Stringer . .	2,35 »	2,66 »	» »	2,50 »
Leertiefgang	0,34 »	0,47 »	» »	0,45 »
Tiefgang beladen (nach der Eichung)	2,30 »	2,57 »	» »	2,42 »
Tragfähigkeit	911 »	975 t,	» »	942 t
Völligkeitsgrad des Eichraums . .			» »	0,899.

Dortmund-Ems-Kanalschiff mit Löffelformen, Abb. 155 bis 157.

Abb. 155. Längsriß 1 : 250.

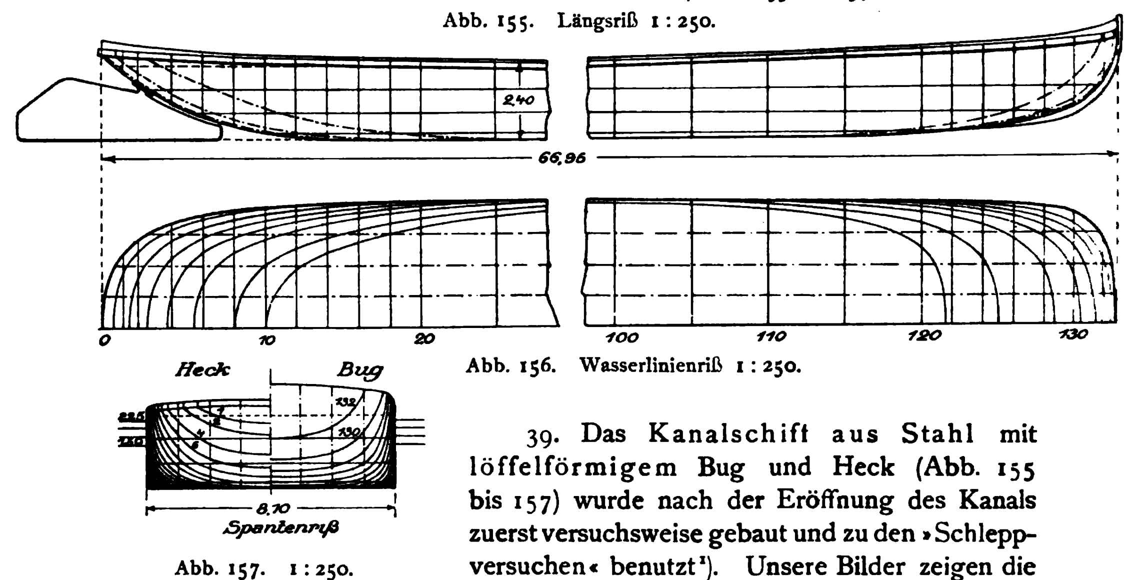


Abb. 156. Wasserlinienriß 1 : 250.

Abb. 157. 1 : 250.

39. Das Kanalschiff aus Stahl mit löffelförmigem Bug und Heck (Abb. 155 bis 157) wurde nach der Eröffnung des Kanals zuerst versuchsweise gebaut und zu den »Schleppversuchen« benutzt[1]). Unsere Bilder zeigen die Linienrisse des Schiffes »Emden« für das Vorschiff und das Hinterschiff. Die größte Länge über alles beträgt 66,95 m, die größte Breite über den Scheuerleisten 8,2 m und über den Spanten 8,1 m, die kleinste Seitenhöhe 2,4 m. Ferner war:

1) R. Haack, Schiffswiderstand und Schiffsbetrieb nach Versuchen auf dem Dortmund-Ems-Kanal. Berlin, 1900.

1	2	3	4	5	6	7	8
Bei einer Tauchtiefe von	Länge in der Wasserlinie	Größe des Hauptspants	Wasserverdrängung	Benetzte Oberfläche	Tragfähigkeit	Völligkeitsgrad	
						der Verdrängung	des Eichraums
m	m	m²	m³	m²	t		
1,50	64,50	12,10	690	612	555 (551)	0,880	0,917
1,75	65,10	14,10	815	646	676	0,883	0,916
2,00	65,60	16,13	944	678	805	0,887	0,918
2,25	66,00	18,20	1070	716	935 (931)	0,889	0,917

Die ersten 7 Spalten dieser Tafel sind dem Werk von Haack entnommen. Aus dem Unterschied der Zahlen in den Spalten 4 und 6 ergibt sich das tote Gewicht bald zu 135, bald zu 139 t. Wenn man die letztere Zahl zugrunde legt und einen Leertiefgang von 35 cm annimmt, so ergeben sich mit Benutzung der in Spalte 6 eingeklammerten Zahlen die Werte für den Völligkeitsgrad des Eichraums in Spalte 8. Wenn man den Leertiefgang größer annimmt, nehmen diese Verhältniszahlen zu.

Zum Vergleiche mögen noch die entsprechenden Ergebnisse der Eichung von zwei anderen ähnlichen Kanalschiffen mit Löffelform mitgeteilt werden:

Länge über alles	66,91 m	65,10 m
Größte Breite	8,23 »	8,25 »
Kleinste Seitenhöhe	2,47 »	2,46 »
Leertiefgang	0,43 »	0,42 »
Tiefgang beladen	2,37 »	2,36 »
Tragfähigkeit	949 t	922 t
Völligkeitsgrad des Eichraums	0,909	0,906.

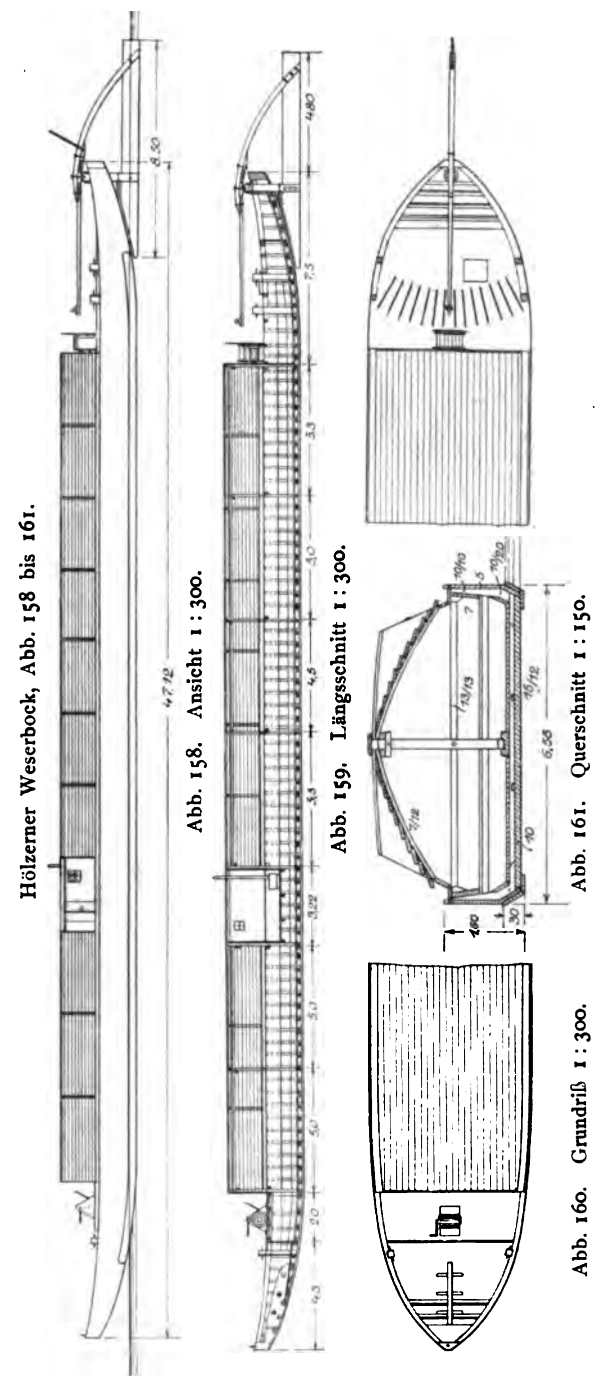
Das dargestellte Schiff unterscheidet sich von dem vorher beschriebenen Kanalschiffe nur durch die Formen von Heck und Bug, sowie durch das Steuerruder, das als Schweberuder (mit »Vorschneider«) gebaut ist. Es sind im ganzen 10 Schottwände angeordnet, durch die 2 Wohnräume an den Enden und 9 Laderäume abgeteilt werden.

Bei dem Schleppbetriebe haben sich Schiffe mit Löffelformen später nicht bewährt und man ist zum Bau von Schiffen mit Keilformen übergegangen.

Außer diesen großen stählernen Kanalschiffen verkehrt auf dem Kanal noch eine Anzahl kleinerer, ähnlich gebauter von etwa 400 t Tragfähigkeit, die 40 m lang und 7,5 m breit sind und eine Tauchtiefe von 1,9 m haben. Auch diese Größe hat sich unter Umständen als vorteilhaft erwiesen. Ferner sind noch die Seeprähme zu erwähnen (S. 8).

Im Wesergebiet werden die Abmessungen der Schiffe im Hauptstrom durch die Schleusen Hemelingen, Dörverden und Hameln nicht sehr beschränkt, da selbst die kleinste (Hameln) eine nutzbare Länge von 66 m und eine nutzbare Breite von 11,1 m hat. Die Schleusen der aufgestauten Fulda haben bis Kassel 60 m nutzbare Länge und 8 m nutzbare Breite.

40. Der hölzerne Weserbock (Abb. 158 bis 161) hat eine Länge über alles von 47,12 m, eine größte Breite von 6,58 m, eine kleinste Seitenhöhe bis zum Schandeck von 1,6 m, einen Leertiefgang von 30 cm und bei einer Tauchtiefe von 1,35 m eine Tragfähigkeit von 250 t. Er ist ganz von Eichen- und Fichtenholz gebaut.



Hölzerner Weserbock, Abb. 158 bis 161.

Abb. 158. Ansicht 1 : 300.

Abb. 159. Längsschnitt 1 : 300.

Abb. 161. Querschnitt 1 : 150.

Abb. 160. Grundriß 1 : 300.

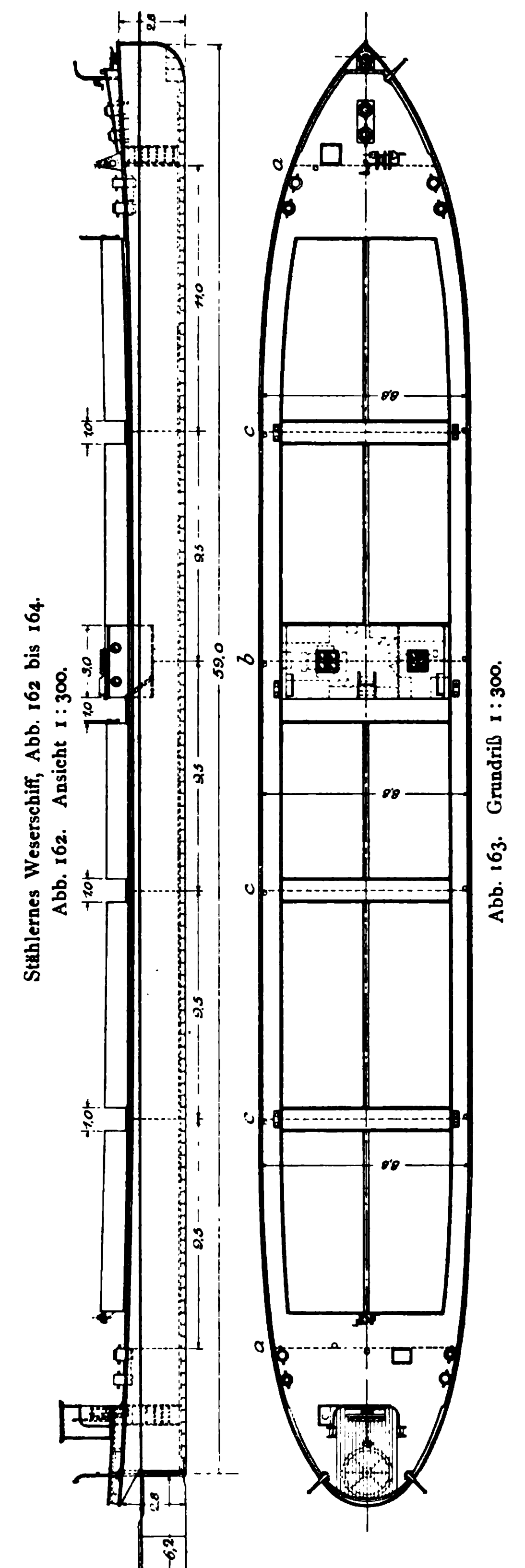
Bug und Heck sind kaffenförmig aufgebogen und oben mit einem kurzen Stevenholz versehen, das etwas höher ist, als der sonst übliche Kaffen- oder Maulklotz. Das Steuerruder ist ähnlich wie bei dem Lahnschiffe, dem Saarschiff und bei dem löffelförmigen Kanalschiffe des Dortmund-Ems-Kanals angeordnet, indem der Ruderschaft durch das Heck hindurchgeführt ist. Das Ruderblatt ist 8,5 m lang. Trotz dieser Länge genügt es nicht immer in starken Krümmungen des Stromes, namentlich bei Hochwasser: Es wird dann noch ein Vorderruder benutzt, das, als 15 bis 20 m langer Riemen geformt, in einer eisernen Gabel im Vorsteven seine Führung hat, ähnlich wie bei dem Waidling (24). Das Mittelschiff hat keinen Ablauf, obwohl man auch Schiffe mit Ablauf findet. Der Querschnitt zeigt über der Leerebene senkrechte Bordwände, darunter ist er um etwa 15 cm eingezogen, so daß die Bodenbreite 6,3 m beträgt. Der 10 cm starke Holzboden ist an der Kimm durch Sohlbretter und Wangen verstärkt. Die Bordwände sind 5 cm stark. Knie und Bodenschwellen liegen in Abständen von etwa 50 cm. Schandeck und innere obere Verkleidung der Bordwände sind wie bei dem hölzernen Mainschiff (30) angeordnet. Der große mittlere Laderaum ist in Abständen von 4 bis 5 m durch hölzerne Duchten versteift und durch ein loses Bretterverdeck (»Zelt« genannt) ähnlich wie bei den Elbschiffen geschlossen. Im vorderen Teil des Laderaums ist, halb versenkt, eine große Kajüte eingebaut. Anschließend an den Laderaum sind vorn und hinten feste Deckflächen angeordnet, während die Spitzen am Bug und Heck offen sind.

41. Das Weserschiff aus Stahl (Abb. 162 bis 164)

hat eine Länge von 59 m zwischen den Loten und von 60,5 m über alles, eine größte Breite von 8,5 m

im Boden, von 8,7 m über den Spanten und von 8,8 m über den Scheuerleisten, sowie eine kleinste Seitenhöhe bis zum Stringer von 2,1 m. Bei einer Tauchtiefe von 1,9 m hat es eine Tragfähigkeit von 650 t. Es ist ganz aus Stahl gebaut, einschließlich des losen Decks; die Wegerung in den Laderäumen und Kajüten besteht aus Holz. (Bei den älteren eisernen Schiffen war unter dem Eisenboden noch ein dünner Holzboden angebracht (»gesohlt«), der das Schiff bei der Berührung mit dem Geröll der Stromsohle schützen sollte.)

Ein Sprung im Boden ist nicht vorhanden. Der Bug und der untere Teil des Hecks haben Keilform. Oben ist das Heck übergebaut und trägt ein festes Steuerruder mit 6,2 m langem Blatt, das durch ein senkrecht stehendes Handrad bewegt wird. Der Grundriß zeigt scharfe,



Stählernes Weserschiff, Abb. 162 bis 164.
Abb. 162. Ansicht 1 : 300.

Abb. 163. Grundriß 1 : 300.

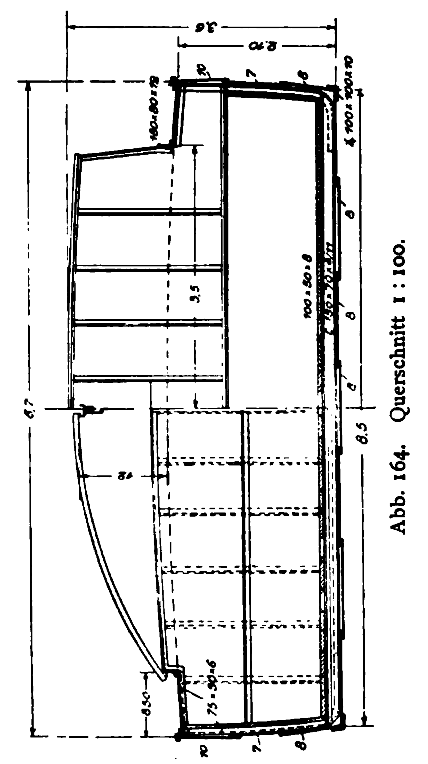


Abb. 164. Querschnitt 1 : 100.

vorn und hinten stark verjüngte Form, ein Ablauf des Mittelschiffs ist nicht vorhanden. Das Schiff hat 100 mm Lehnung und scharfe Kimm und ähnelt in dieser Beziehung dem Elbschiffe, während es in bezug auf Bug, Heck und Steuer an das Rheinschiff erinnert. Die 75 · 50 · 6 mm starken Spanten haben einen Abstand von 500 mm. Im Vorschiff sind auf 6,5 m Länge Zwischenspanten von gleicher Stärke eingebaut. An jedem Spant befindet sich eine Bodenwrange von ⊏-Form, 180 · 70 · 8 · 11 mm stark. 2 unvollständige Kielschweine von ⊥-Form, 100 · 50 · 8 mm stark laufen über die Wrangen hinweg und versteifen nebst den beiden außen liegenden Kimmwinkeln von 100 · 100 · 10 mm den Boden. Der 850 mm breite, 6,5 mm starke Stringer aus Riffelblech reicht vom Vor- zum Hinterdeck und ist durch Stringerwinkel von 75 · 75 · 8 mm mit der Bordwand verbunden. Außer diesen beiden festen Decks sind noch 4 Quergänge in je 1 m Breite angeordnet, die gleichfalls 6,5 mm dick auf 75 · 50 · 6 mm starken Deckbalken ruhen. Die Beplattung zeigt im Boden und im Kimmgang durchweg 8 mm starke Bleche, im Scher- und Seitengang vorne 8 mm, in der Mitte 10 bzw. 7 mm und im Hinterschiff 7 bzw. 6,5 mm. Als Scheuerleiste läuft um das ganze Schiff ein Halbrundstahl von 75 · 37 mm Stärke. 6 wasserdichte Schotte von 4 mm starken Blechen zerlegen den Schiffskörper in 2 Geräteräume und 5 Laderäume: Die vorderste und die hinterste Schottwand (*a*) steht unter dem Vor- und Hinterdeck, die zweite, vierte und fünfte von vorn (*c*) stehen unter den obengenannten 1 m breiten Quergängen, und die dritte, nur 1,45 m hohe Wand (*b*) steht unter der großen, für 7 Mann ausreichenden Kajüte im Mittelschiff, deren stählerne Wände und Fußboden fest mit den Bordwänden, dem Stringer und dem Quergang verbunden sind. (Bei anderen Weserschiffen befindet sich diese Kajüte hinten.) In jedem Laderaume befinden sich an jeder Bordwand zu ihrer Versteifung je 2 Rahmenspanten aus 200 · 5 mm starken Blechen mit 55 · 50 · 6 mm starken Winkeln, die mit dem Stringer durch Eckbleche verbunden sind. Solche Eckbleche befinden sich außerdem an allen Spanten. Die 5 Ladeluken sind durch Wulstwinkel von 180 · 80 · 12 mm eingefaßt, die oben an der Außenseite kleine ⊏-Eisen (40 · 40 · 4 mm) zur Auflagerung der Wellbleche und zum Schutz gegen Wellenschlag tragen. Die Lukendeckel aus 1,3 mm starkem, verzinktem Wellblech sind 700 bis 750 mm breit, gut schließend und oben und unten an den Kanten mit Winkeln von 45 · 45 · 5 mm gesäumt. Die Wellenhohlräume sind dahinter mit Eichenholzklötzen möglichst dicht abgeschlossen. Die Lukendeckel ruhen oben auf einem ⊏förmigen Lukenbalken von 140 · 60 · 7 · 10 mm, der durch kräftige Wulstwinkel gegen Durchbiegung verstärkt ist.

Aus dem Vergleich von 9 in den Jahren 1907 und 1908 erbauten großen Schiffen ergaben sich nach amtlicher Eichung folgende Grenz- und Durchschnittwerte:

Länge über alles	59,26	bis	61,8 m	im Mittel	60,93 m
Länge zwischen den Loten	57,9	»	61,11 »	» »	59,62 »
Größte Breite	8,64	»	8,82 »	» »	8,74 »
Kleinste Seitenhöhe bis Stringer	2,11	»	2,28 »	» »	2,18 »
Leertiefgang	0,35	»	0,46 »	» »	0,40 »
Tiefgang beladen	1,86	»	2,03 »	» »	1,93 »
Tragfähigkeit	627	»	666 t	» »	648 t
Völligkeitsgrad des Eichraums	0,800	»	0,826	» »	0,818.

Es gibt auch einige größere Schiffe bis zu 796 t Tragfähigkeit, die ähnlich gebaut sind.

Zwischen dem alten hölzernen Weserbock und diesen modernen Schiffen bestehen vielerlei Übergänge: hölzerne Bockschiffe mit Wellblechzelt, eiserne und stählerne Schiffe mit Holzboden, die in ihren Formen zwischen den beiden beschriebenen schwanken. Namentlich findet sich das lange Helmholz von dem Steuerruder der Weserböcke noch an vielen eisernen Schiffen.

42. Der Seeprahm, ein Leichterschiff der Unterweser (Abb. 165 bis 167), gibt ein Beispiel von den früher (S. 8) erwähnten Fahrzeugen, die sowohl auf den Binnenwasserstraßen wie auf See verkehren können. Das Schiff hat eine Länge von 50 m zwischen den Loten und von 52 m über alles, eine größte Breite von 8 m über den Spanten und von 8,32 m über

Seeprahm der Unterweser, Abb. 165 bis 167.

Abb. 165. Ansicht 1 : 300.

Abb. 166. Grundriß 1 : 300.

den Scheuerleisten, sowie eine kleinste Seitenhöhe von 3,4 m. Der Leertiefgang ist etwa 70 cm. Bei einer Tauchtiefe von 2,6 m hat es eine Tragfähigkeit von 600 t.

Es ist ganz aus Stahl gebaut, ohne Sprung im Boden, ohne Lehnung, mit übergebautem Heck, einem Decksprung von 275 mm und einer nach einem Halbmesser von 1 m abgerundeten Kimm. Ohne Ablauf im Mittelschiff zeigt es im Boden wie in den Wasserlinien scharfe Formen. Die 75 · 65 · 7 mm starken Spanten haben mittschiffs einen Abstand von 540 mm, an den Enden von 400 mm. An jedem Spant befindet sich eine Bodenwrange von 330 · 6 mm, die mit einem Winkel von 60 · 60 · 6,5 mm gesäumt ist. Der Boden wird durch 3 vollständige Kielschweine verstärkt, die aus je einer 415 · 6,5 mm starken Platte bestehen, die oben mit 2 Winkeln von 85 · 65 · 8 mm und unten mit einem von 65 · 50 · 7 mm versehen ist. 5 Schottwände von je

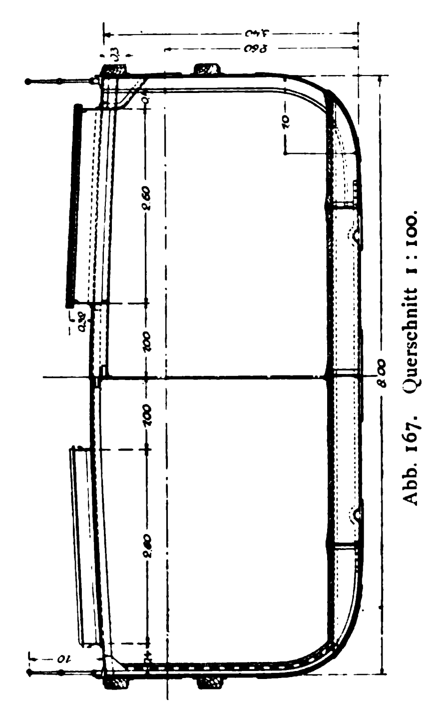


Abb. 167. Querschnitt 1 : 100.

5 mm Dicke teilen das Schiff in 2 Kajüten und 4 Laderäume, deren Wände durch je ein Rahmenspant, bestehend aus einem Wulstwinkel von 180 · 80 · 12 mm, verstärkt werden. Das feste Deck ist aus 6,5 mm starkem Riffelblech; jedoch sind die äußeren Gänge von 465 mm Breite neben den Luken 10 mm stark und dienen als Stringer. Der Stringerwinkel ist 65 · 65 · 8 mm stark: Über ihm läuft ein zweiter Winkel von 100 · 75 · 10 mm rings um das Schiff und verhindert mit seinem hohen aufstehenden Schenkel das Herabrollen loser Gegenstände. Es sind 2 Scheuerleisten aus Holz über einander angeordnet, die durch Winkel von 100 · 75 · 10 mm Stärke mit den Bordwänden verbunden sind. Die 100 · 75 · 8 mm starken Deckbalken sind durch Eckbleche mit den Spanten verbunden. An den Luken liegen stärkere Balken von ⊏-Form, 200 · 75 · 8,5 · 11,5 mm stark. Alle Balken werden in der Mitte durch ein Winkeleisen getragen, das gegen den Boden abgestützt ist. Die Stärke der Außenhaut beträgt im Boden 7,5 mm, im Kimmgang 9 mm, im Scher- und im Kielgang 10 mm, in den Seitengängen 7,5 mm. Nach den Enden nehmen diese Stärken ab. Jeder Laderaum hat 2 Luken von 5,4 m Länge und 2,6 m Breite, die mit je 7 Lukendeckeln aus Eichenholz geschlossen werden. Die 6,5 mm starken Luksülle reichen 320 mm über Deck und 200 mm unter Deck: An den Bordseiten werden sie noch etwas weiter hinabgeführt und umgebogen. Sie sind außerdem durch Winkel und Halbrundleisten verstärkt. Auf Deck sind 2 Ladekräne von je 3 t Tragkraft aufgestellt.

43. Das Allerschiff (Abb. 168 bis 172) ist dem Weserschiff ähnlich. Es hat eine Länge von 47 m zwischen den Loten und von 48,5 m über alles, eine größte Breite von 7 m über den Spanten und von 7,2 m über den Scheuerleisten, sowie eine kleinste Seitenhöhe von 1,6 m bis zum Stringer. Der Leertiefgang ist etwa 32 cm. Bei einer Tauchtiefe von 1,5 m hat es eine Tragfähigkeit von etwa 330 t.

Es ist ganz aus Stahl gebaut, ohne Lehnung, ohne Sprung im Boden, ohne Ablauf des Mittelschiffs, mit übergebautem Heck und festem Steuerruder mit 5 m langem Blatt, das durch ein wagerechtes Handrad bewegt wird. Der Grundriß zeigt nur im Hinterschiff scharfe Keilform (Abb. 170). Die Kimm ist scharf und, wie Abb. 172 zeigt, eigentümlich gebildet, indem über dem inneren 70 · 70 · 8 mm starken Kimmwinkel von 112° und der Blechhaut außen nochmals ein stumpfer Winkel von 80 · 80 · 7 mm angeordnet ist, der als Schleifwinkel dienen soll. Die 65 · 50 · 6,5 mm starken Spanten haben einen Abstand von 500 mm, der im Vorschiff auf 9 m Länge auf 400 mm verringert ist. An jedem Spant befindet sich eine 160 · 6 mm starke Bodenwrange, die oben mit einem Winkel von 45 · 45 · 5 mm gesäumt ist. 2 unvollständige Kielschweine von ⊥-Form, 90 · 45 · 9 mm stark, ziehen sich über den Boden hin. Der 700 mm breite Stringer ist ebenso wie das Vor- und Hinterdeck und wie die 2 je 1 m breiten Quergänge zwischen den Luken 5 mm stark. Die Deckbalken von 75 · 50 · 7 mm sind durch Eckbleche mit jedem Spant verbunden. Der Boden besteht aus 6 mm, die Seitenwände aus 5 mm starken Blechen. 3 wasserdichte, 4 mm starke und mit Winkeln versteifte Schotte teilen das Schiff in 2 Geräteräume und in 2 Laderäume. Über dem mittelsten Schott ist die Kajüte (für 6 Mann) versenkt. Jeder Laderaum hat 2 Luken, die mit Luksüllen aus 200 · 6 mm starken, oben mit Winkeln verstärkten Blechen eingefaßt sind. Die Lukendeckel sind wie bei dem Weserschiff aus 1 mm starkem verzinktem Wellblech hergestellt und ruhen oben auf Lukenbalken in ⊏-Form. Diese (nach Normalprofil 12) sind beiderseits mit schwachen Winkeln versehen, auf denen die Lukendeckel liegen, und werden nach Bedarf durch Säulen aus Gasrohr unterstützt. Der Stringerwinkel ist 75 · 50 · 7 mm stark. Die hölzernen Scheuerleisten werden durch je 2 Winkel von 50 · 50 · 6 mm mit den Bordwänden verbunden. Aus dem Vergleich von 5 in den Jahren 1906 und 1907 gebauten großen Schiffen ergaben sich nach amtlicher Eichung folgende Grenz- und Durchschnittwerte:

Länge über alles	49,25	bis	49,54 m	im Mittel	49,35	m
Länge zwischen den Loten . .	47,47	»	49,24 »	» »	48,17	»
Größte Breite	7,05	»	7,28 »	» »	7,18	»
Kleinste Seitenhöhe bis Stringer	1,61	»	1,8 »	» »	1,70	»
Leertiefgang	0,30	»	0,34 »	» »	0,31	»
Tiefgang beladen	1,36	»	1,48 »	» »	1,43	»
Tragfähigkeit	307	»	335 t	» »	320	t
Völligkeitsgrad des Eichraums .	0,834	»	0,853	» »	0,844.	

Stählernes Allerschiff. Abb. 168 bis 172.

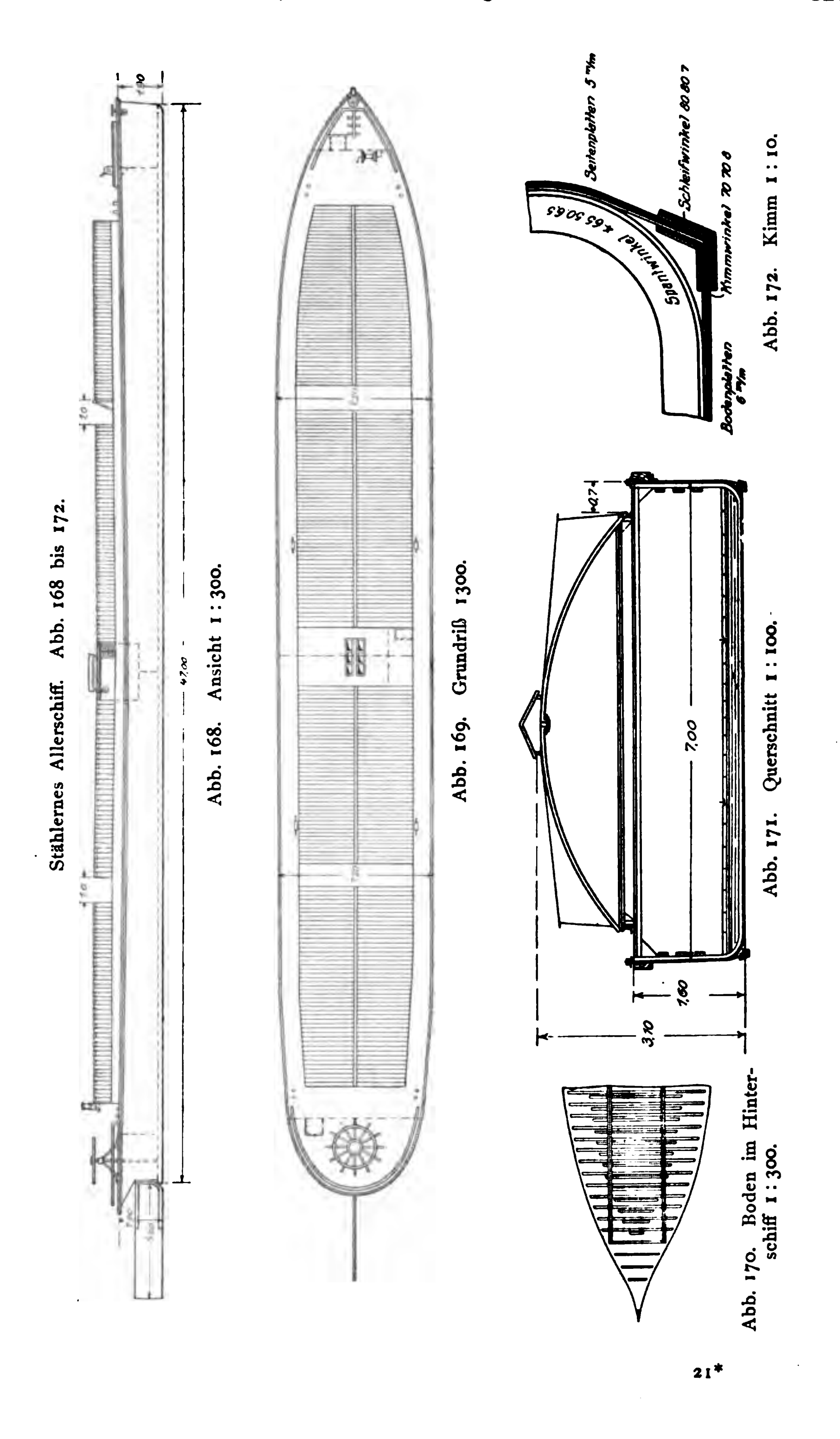


Abb. 168. Ansicht 1 : 300.

Abb. 169. Grundriß 1300.

Abb. 170. Boden im Hinterschiff 1 : 300.

Abb. 171. Querschnitt 1 : 100.

Abb. 172. Kimm 1 : 10.

Donauschiff von 650 t, Abb. 173 bis 175.

Abb. 173. Längsschnitt 1 : 300.

Abb. 174. Grundriß 1 : 300.

Lastschiffe im Ausland.

Das Donaugebiet gehört zwar zum Teil zu Deutschland, aber die Schiffahrt wird vorwiegend auf den Stromstrecken betrieben, die in Österreich-Ungarn, Serbien und Rumänien liegen. Die Lastschiffe der wenigen großen Schiffahrtgesellschaften zeigen große Ähnlichkeit. Sie sind fast ausschließlich aus Stahl gebaut und haben Tragfähigkeiten von 200 t bis 1000 t. Die gebräuchlichsten Schiffe sind aber nicht die großen, sondern die mit einer mittleren Tragfähigkeit von etwa 650 t. Die meisten Schiffe sind gedeckt, offene finden sich in Stahl selten. Es verkehrt aber außer diesen Lastschiffen der großen Gesellschaften, nament-

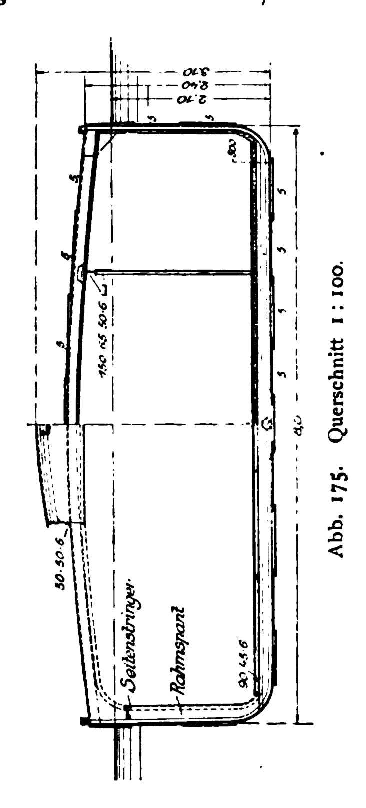


Abb. 175. Querschnitt 1 : 100.

lich auf der unteren Donau, noch eine Menge von Holzschiffen verschiedenster Bauart.

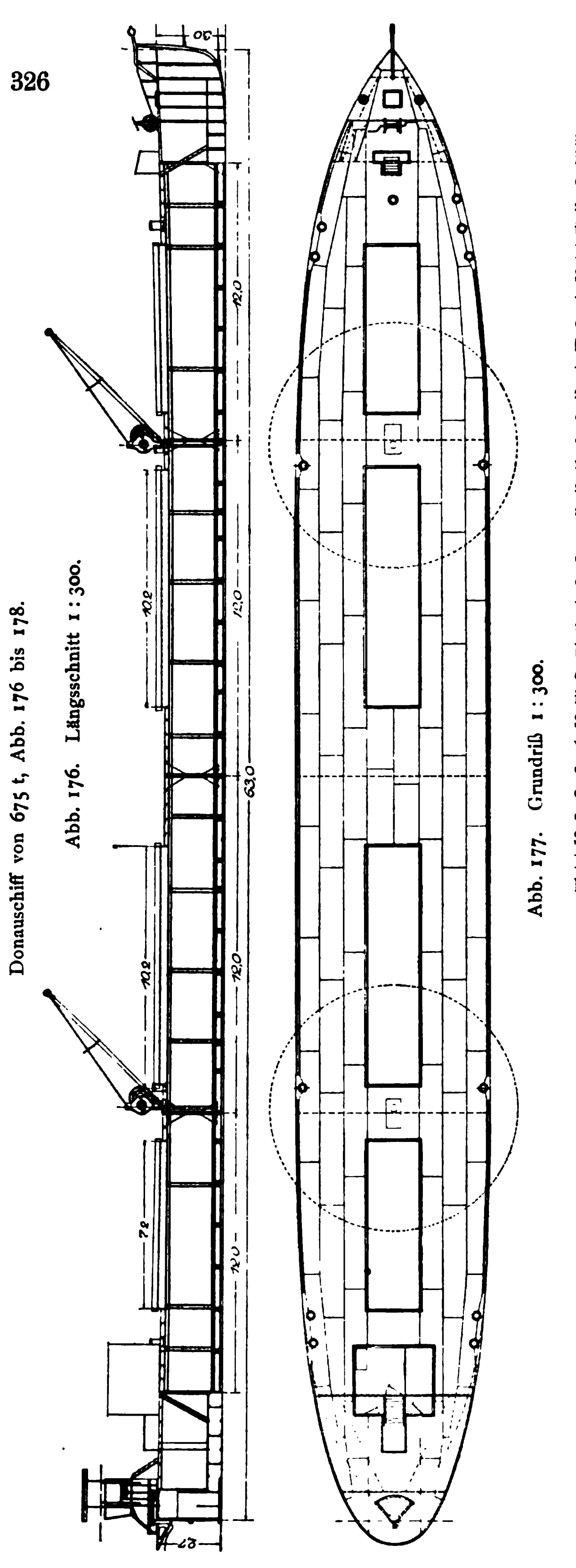
44. Das Donauschiff von 650 t Tragfähigkeit (Abb. 173 bis 175) zeigt die bis vor wenigen Jahren übliche Bauweise. Es hat eine Länge von 58 m zwischen den Loten und von 59,5 m über alles, eine größte Breite über den Spanten von 8 m sowie eine kleinste Seitenhöhe bis zum Deck von 2,4 m. Bei einer Tauchtiefe von 2,1 m beträgt die Tragfähigkeit 650 t.

Das Schiff ist schlank gebaut, ohne Sprung im Boden, ohne Ablauf des Mittelschiffs, ohne Lehnung, mit nach einem Halbmesser von 500 mm abgerundeter Kimm. Bug und Heck haben Keilform. Das Heck ist übergebaut und das feste Steuerruder mit 3 m langem Blatt wird durch ein senkrechtes Handrad bewegt. Die 65 · 50 · 7 mm starken Spanten haben einen Abstand von 600 mm. Bodenwrangen befinden sich an jedem Spant 200 · 6 mm stark, an jedem dritten Spant 320 · 6 mm. Die letzteren sind mit doppelten Winkeln von 50 · 50 · 6 mm, die ersteren mit einfachen gesäumt. Der Boden wird durch 4 unvollständige Kielschweine von ⊥-Form, 90 · 45 · 6 mm versteift. In den Laderäumen sind deren noch zwei in der Nähe der Kimm angeordnet. Durch 5 wasserdichte, 4,5 mm starke Schotte (*a*) wird der Schiffskörper in 2 Kajüten und 4 Laderäume zerlegt. In jedem der letzteren werden die Bordwände durch je 3 Rahmenspanten auf jeder Seite verstärkt, die aus 250 · 6 mm starken Blechen und einfachen Winkeln von 50 · 50 · 6 mm bestehen. Zur weiteren Längsversteifung des Schiffes sind über den Spanten binnenschiffs, in einem Abstand von etwa 500 mm unter Deck, beiderseits Seitenstringer angeordnet, die vom vordersten bis zum hintersten Schott reichen. Sie bestehen aus wagerechten Blechen von 185 · 4 mm, die mit 2 Winkeln von 50 · 50 · 5 mm gesäumt sind, und an den Schotten und Rahmenspanten mit kurzen Winkelstücken befestigt werden. Die Außenhaut- und Deckbleche sind 5 mm stark, mit Ausnahme der mittelsten Bodenplatte, die mittschiffs 7 mm, und des Schergangs, der mittschiffs 8 mm stark ist. Nach den Enden nehmen diese Platten bis auf 5 und 6 mm ab. Am Vorsteven sind alle Platten 6 mm stark. Mittschiffs sind die seitlichen Deckplatten in einer Breite von je 1200 mm 7 mm stark und dienen als Stringer, die durch 60 · 60 · 8 mm starke Stringerwinkel mit den Bordwänden verbunden sind. Darüber ist eine Bordleiste in Schienenquerschnitt mit Holz verkleidet angeordnet. Eine Scheuerleiste ist nicht vorhanden. In dem festen Deck befinden sich 4 Luken von 3,6 m Länge und 2,6 m Breite. Die 400 mm hohen, 6 mm starken Luksülle reichen 270 mm über Deck und werden durch Lukendeckel aus glattem, 3 mm starkem Blech geschlossen. Die Deckbalken werden von 2 Unterzügen in ⊏-Form von 150 · 65 · 50 · 6 mm Stärke unterstützt, die von Deckstützen in ⅂-Form, 60 · 50 · 6,5 mm, getragen werden. Diese angemessen verteilten 43 Stück Stützen sind durch Eckbleche mit den Unterzügen und den Kielschweinen verbunden. Auf Deck sind in nächster Nähe der Schottwände zwei Ladekrane aufgestellt und hinten ein Kochraum, der durch eine Treppe mit der unteren Kajüte in Verbindung steht. Der Leertiefgang ist 40 cm; der Völligkeitsgrad des Eichraums ergibt sich zu 0,824.

45. Das Donauschiff von 675 t Tragfähigkeit (Abb. 176 bis 178) ist erst in neuerer Zeit eingeführt worden und zeigt gegen das vorbeschriebene Schiff wesentliche Verbesserungen. Es hat eine Länge von 63 m zwischen den Loten, eine größte Breite von 8,2 m über den Spanten und eine Seitenhöhe von 2,4 m bis zum Deck. Bei 1,9 m Tauchtiefe ist seine Tragfähigkeit 675 t. Sein Leertiefgang beträgt nur 34 cm (nach anderen Angaben 35 cm). Dabei beträgt der Völligkeitsgrad des Eichraums 0,838. In der Form weicht dies Schiff von dem vorbeschriebenen nicht viel ab; doch ist die Kimm nicht so stark abgerundet, sondern nur nach einem Halbmesser von 300 mm.

Die ebenso starken Spanten stehen in gleichem Abstande von 600 mm; ihre Stärke nimmt aber an den Schiffsenden von 7 auf 6 mm ab. Das ist auch bei den anderen Stahlstärken befolgt. Die 415 mm hohen, 6 (5) mm starken Bodenwrangen sind im allgemeinen nur an jedem dritten, zuweilen auch am zweiten Spant angeordnet und oben mit 2 Winkeln von 50 · 50 · 6 mm

gesäumt. Neben den Spanten sind im Boden überall Gegenspanten von 65 · 50 · 7 (6) mm angebracht. Zwischen den Bodenwrangen liegen über den Zwischenspanten doppelte Flurwinkel (50 · 50 · 6), die gegen die Spanten durch senkrechte Winkel versteift sind. Der Boden wird durch 2 kräftige Kielschweine in C-Form von 300 · 65 · 6 mm Stärke versteift, die vom hintersten bis zum vordersten Schott zwischen den Winkeln der Bodenwrangen durchlaufen und mit ihnen sowie mit den Flurwinkeln verbunden sind. An diesen Kielschweinen sind auch die Deckstützen in C-Form, 150 · 65 · 50 · 6 mm befestigt, die oben die beiden Unterzüge von gleichem Querschnitt tragen. 5 Schotte von 4,5 bis 3,5 mm starken Blechen teilen den Schiffskörper ebenso wie bei dem vorbeschriebenen Schiffe ein. Zur Versteifung der Wände in den Laderäumen sind auf jeder Seite im ganzen 10 Rahmenspanten von gleichen Abmessungen angeordnet. Die Außenhaut ist im Boden 4,5, in der Kimm 5,5 (5), in den Seitengängen 5 (4,5) und im Schergang 7 bis 5 mm stark. Das Deck besteht aus 6 (5) mm starkem Riffelblech und ruht auf Balken



Donauschiff von 675 t, Abb. 176 bis 178.

Abb. 176. Längsschnitt 1 : 300.

Abb. 177. Grundriß 1 : 300.

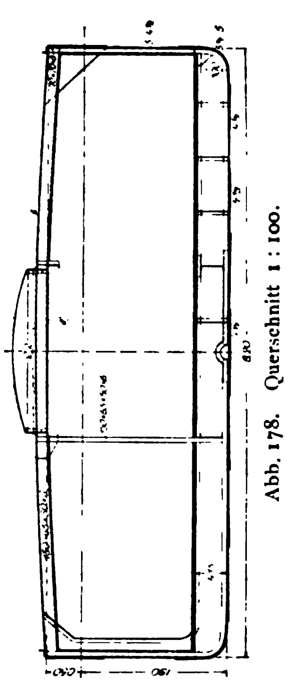


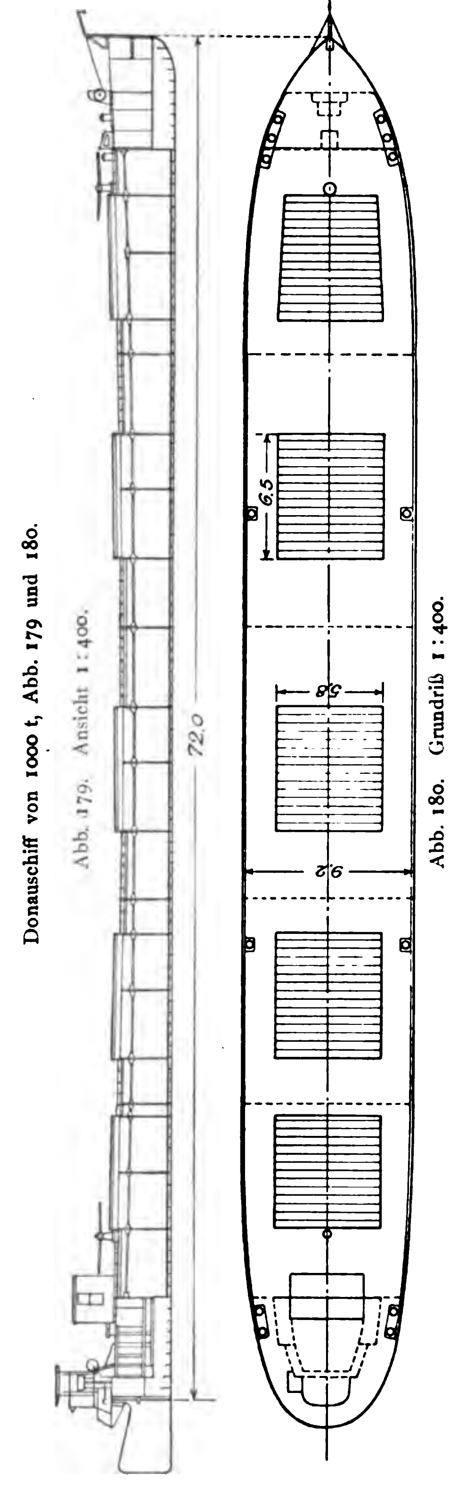
Abb. 178. Querschnitt 1 : 100.

in ⊏-Form von gleichem Querschnitte wie die Deckstützen und Unterzüge. Die nutzbare Deckfläche, ohne die Luken, beträgt 240 m² und kann je m² mit 500 kg belastet werden. Der Stringerwinkel ist 70 · 70 · 8 mm stark: Mit ihm ist auf Deck ein ebenso starker Wulstwinkel befestigt, während eine Scheuerleiste nicht vorhanden ist. Die 4 Luken sind 2,2 m breit: die beiden mittleren sind 10,2 m lang, die beiden äußeren je 7,2 m. Die Luksülle bestehen aus 300 mm hohen, 6 mm starken Blechen, die 150 mm über Deck reichen. Die übrige Anordnung ist gleich dem vorbeschriebenen Schiffe; doch ist zu erwähnen, daß das Heck anders gestaltet ist. Es ist eigentlich nicht übergebaut, sondern es ist nur das Deck soweit nach hinten und nach den Seiten verlängert und durch Konsolen unterstützt, daß der Steuerstuhl darauf Platz findet. Der wirtschaftliche Vorteil ergibt sich aus dem Vergleich der Tragfähigkeiten.

Tauchtiefe m	Tragfähigkeit: t 650 t-Schiff	Tragfähigkeit: t 675 t-Schiff
0,34	—	Leertiefgang
0,40	Leertiefgang	21
1,00	219	277
1.40	380	453
1,80	530	630
1,90	—	675
2,00	650	—

46. Das Donauschiff von 1000 t Tragfähigkeit (Abb. 179 u. 180) ist beachtenswert wegen seiner Lukenanordnung. Es ist 72 m zwischen den Loten lang, 9,2 m breit und 2,6 m hoch. Bei einer Tauchtiefe von 2,3 m trägt es 1000 t. Das Schiff hat 5 Laderäume, die je durch eine Luke von 5,8 m Breite und 6,5 m Länge zugänglich sind. Diese Luken bestehen aus Wellblech. Ladekräne sind nicht vorhanden.

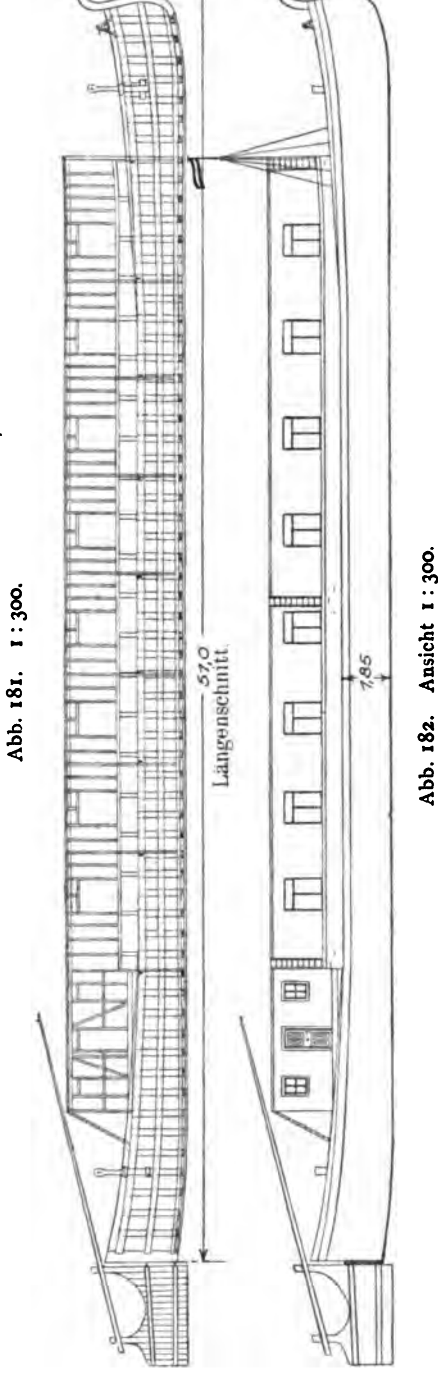
Auf der Donau verkehren außerdem noch viele gute stählerne Schiffe in anderer Anordnung. Man hat z. B. auch Schiffe von 1000 t Tragfähigkeit bei 2,3 m Tauchtiefe gebaut, die nur 63 m lang, 9,25 m breit und 3,14 m



Donauschiff von 1000 t, Abb. 179 und 180.

Abb. 179. Ansicht 1 : 400.

Abb. 180. Grundriß 1 : 400.



Hölzernes Donauschiff von 470 t, Abb. 181 bis 183.

Abb. 181. 1 : 300.

Abb. 182. Ansicht 1 : 300.

hoch sind. Diese Schiffe haben einen Leertiefgang von nur 0,33 m [1]).

47. Das Donauschiff aus Holz (Razin) von etwa 470 t Tragfähigkeit (Abb. 181 bis 183) gibt ein Beispiel von den vielen Arten großer Holzschiffe, die besonders auf der unteren Donau verkehren und vorwiegend zur Beförderung von Getreide verwendet werden. Das Schiff hat eine Länge von 51 m, eine Breite von 7,9 m, eine geringste Höhe der Bordwand von 1,85 m, ist aus Eichenholz gut und fest gebaut und trägt bei einer Tauchtiefe von 1,8 m 470 t. Zum Schutz gegen Wellenschlag ist der Aufbau des Verdecks nach Art eines Tennebaums angeordnet. Diese 0,5 bis 0,6 m hohen Aufbauten werden dort »Windläden« genannt. Auf ihnen ruht das aus Schindeln hergestellte Dach. Die Schiffe haben bei guter Unterhaltung eine Lebensdauer von mindestens 20 Jahren.

48. Der Trauner (Abb. 184 bis 187) ist ein auf der oberen Donau

1) v. Gonda, B., Die Ungarische Schiffahrt. Budapest 1899. Suppan, C. V., Wasserstraßen und Binnenschiffahrt. Berlin 1902.

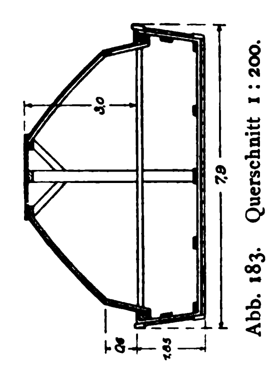


Abb. 183. Querschnitt 1 : 200.

sehr gebräuchliches, offenes Holzschiff. Das dargestellte Beispiel hat eine Länge über alles von 25,6 m, eine Breite über den Spanten von 4,6 m und eine geringste Seitenhöhe von 1,09 m. Es ist sehr leicht, ganz aus Holz gebaut und zwar eigentlich nur für einmalige Talfahrt. Die Schiffe werden aber jetzt oft leer zu Berg geschleppt und wieder verwendet. Das Schiff hat einen Leertiefgang von 0,06 m und taucht mit einer Ladung von etwa 72 t bis auf 0,85 m ein. Die Schiffsform ist vorne kaffenartig, hinten prahmartig. Die Trauner werden bis 29 m lang, 6 m breit und 1,5 m hoch gebaut und haben bei 1,3 m Tiefgang dann etwa 112 t Tragfähigkeit.

Trauner, Abb. 184 bis 187.

Abb. 184. Ansicht 1 : 300.

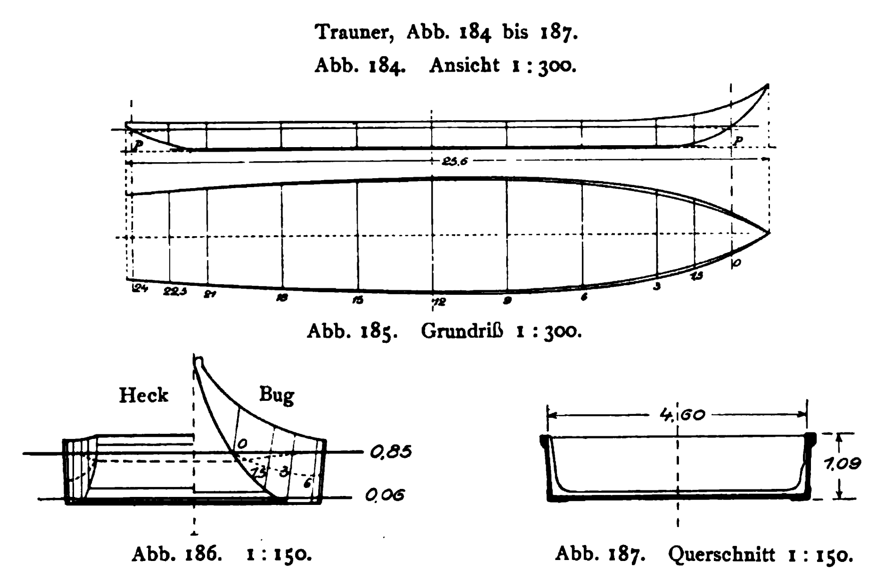


Abb. 185. Grundriß 1 : 300.

Abb. 186. 1 : 150.

Abb. 187. Querschnitt 1 : 150.

Andere Donauschiffe sind im Oberlauf: Ulmer Schachteln, bis 30 m lang, 7 m breit, 1,2 m hoch mit 150 t Tragfähigkeit — Tiroler Plätten, bis 30 m lang, 6 m breit, 1,6 m hoch mit 112 t Tragfähigkeit — Kehlheimer Zillen (Gamsen) bis 44 m lang, 6 m breit, 1,9 m hoch mit 196 t Tragfähigkeit. Im Unterlauf sind zu erwähnen: Girlaschen, bis 36 m lang, 11 m breit, 2,6 m hoch mit 355 t Tragfähigkeit — Razinen, bis 57 m lang, 10 m breit, 3,2 m hoch mit 560 t Tragfähigkeit.

Von den benachbarten Staaten Deutschlands sind die in Belgien und Holland üblichen Lastschiffe schon bei dem Rheingebiete besprochen worden, weil man sie oft auf dem deutschen Rhein antrifft. Ebenso sind die französischen Kanalschiffe bei den elsaß.-lothringischen Wasserstraßen bereits zum größten Teil erwähnt. Ein Kanalschiff, das dort nicht verkehrt, aber seiner Form wegen merkwürdig scheint, ist:

49. Der Margotat (Abb. 188 bis 190). Dies Schiff ist von De Mas bei seinen Versuchen benutzt worden[1]). Es ist 21,8 m über alles lang, 5 m breit

1) Vgl. das auf S. 303 angeführte Werk dieses Verfassers.

und in der Mitte 1,42 m hoch. Vor- und Hinterschiff sind prahmartig gebaut und um je 1 m zusammengezogen, so daß die Breite an den Enden 4 m beträgt. Der Leertiefgang ist 28 cm; bei 1,3 m Tauchtiefe beträgt die Verdrängung 108 t und ihr Völligkeitsgrad 0,818. Die Tragfähigkeit ist etwa 85 t und der Völligkeitsgrad des Eichraums 0,821. Dies Holzschiff ist auf den französischen Kanälen nicht sehr verbreitet; häufiger findet man die Penische (25), die Toue (Abb. 120) und die Flûte (Abb. 121).

Außer diesen Kanalschiffen gibt es auf einigen französischen Strömen größere Flußschiffe (Marnois und Chalands), die neuerdings auch aus Eisen und Stahl gebaut werden. Auf der Seine verkehren von Montereau abwärts viele Schiffe von 40 bis 50 m Länge und 8 m Breite, die Tragfähigkeiten bis zu 600 t haben. Einige auf der unteren Seine fahrende Chalands haben bei Längen bis zu 63 m, bei Breiten von 8,1 m und bei einem Tiefgange von 2,5 bis 3 m sogar Trag-

Französische Margotat, Abb. 188 bis 190.

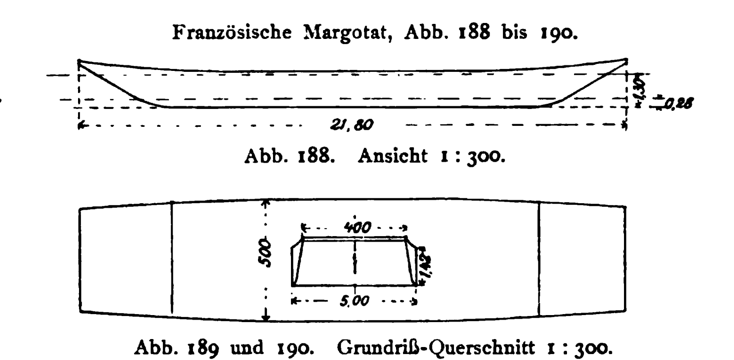


Abb. 188. Ansicht 1 : 300.

Abb. 189 und 190. Grundriß-Querschnitt 1 : 300.

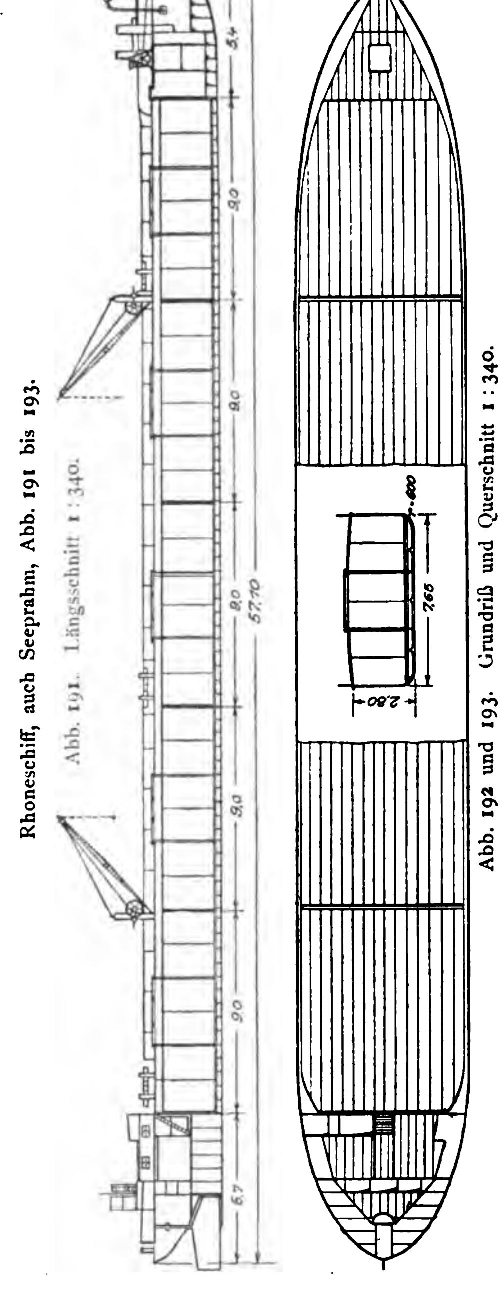
fähigkeiten bis zu 1100 t. Auf der Rhone sind diese großen Tauchtiefen nicht zulässig. Die älteren dort verkehrenden Lastschiffe mit löffelförmigem Bug und Heck haben bis zu 60 m Länge, 8,3 m Breite, und bei 1,4 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von 425 t; die neueren Schiffe sind etwas schärfer gebaut, zeigen am Heck unter Wasser Keilform und haben bei 57,68 m Länge, 8,08 m Breite, 2,54 m Höhe und 1,4 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von 388 t. Der Völligkeitsgrad der Verdrängung ist 0,88 [1]). Beide Arten haben einen Leertiefgang von nur 30 cm, sind also recht leicht. Bemerkenswert ist, daß diese Schiffe in der Regel mit festem Deck (ohne merklichen Sprung) versehen sind, in dem über jedem Laderaum von 9 bis 12 m Länge eine Luke von etwa 7,2 m Länge und 3 m Breite angeordnet ist.

50. Das Rhoneschiff als Seeprahm, »Barque mixte« genannt, (Abb. 191 bis 193) ist bereits früher (S. 8) erwähnt und teilweise beschrieben worden. Diese Schiffe verkehren aber auf der ganzen Rhone, von der Mündung aufwärts bis Chalon-sur-Saône, müssen also als Flußschiffe angesehen werden. Sie sind übrigens den vorbeschriebenen Rhoneschiffen der neueren Art sehr

1) Nach Suppan, Wasserstraßen u. Binnenschiffahrt, S. 337.

ähnlich, abgesehen von der größeren Höhe und dem größeren Leertiefgang infolge kräftigerer Bauart. Die Abmessungen sind 57,1 m Länge, 7,65 m Breite und 2,8 m Höhe. Der Leertiefgang beträgt 52 cm; bei 1,4 m Tauchtiefe ist die Tragfähigkeit 425 t.

Das Schiff ist ganz aus Stahl gebaut und mit festem Deck versehen. Das Hinterschiff hat unter Wasser Keilform; das Heck ist weit übergebaut, so daß ein Schweberuder darunter Platz findet. Im Vorschiff ist der Boden stark gehoben, der untere Teil des Bugs ist löffelförmig, der obere hat einen nahezu senkrechten Steven. Das Mittelschiff hat keinen Ablauf und keine Lehnung, die Kimm ist nach einem Halbmesser von 600 mm abgerundet. Das Deck hat keinen Sprung: Es ist durch kräftige Unterzüge und Säulen gegen den Boden abgesteift. Das Vorschiff und das Hinterschiff sind zum Schutz gegen überschlagende Wellen mit einem Schanzkleid versehen, während das Mittelschiff eine leichte Reling erhalten hat. (Schanzkleid und Reling fehlen bei den vorbeschriebenen Flußschiffen.) Spanten und Bodenwrangen sind in Abständen von je 600 mm angeordnet: dies Maß scheint bei den französischen Flußschiffen üblich zu sein. 6 Schottwände teilen 5 Laderäume von je 9 m Länge ab, von denen jeder durch eine 3 m lange und 2,6 m breite Deckluke mit niedrigem Luksüll zugänglich ist. Vorne ist unter Deck ein Wohnraum für die Mannschaft, hinten ist eine Kajüte, halb versenkt, eingebaut, deren Dach mit dem Boden des Ruderstuhls in einer Ebene liegt. Das Ruder wird durch ein senkrecht stehendes Handrad bewegt. Auf Deck sind 2 leichte eiserne Drehkrane aufgestellt. Es gibt auch einzelne größere Schiffe bis zu 500 t Tragfähigkeit.



Rhoneschiff, auch Seeprahm, Abb. 191 bis 193.

Abb. 191. Längsschnitt 1 : 340.

Abb. 192 und 193. Grundriß und Querschnitt 1 : 340.

Die Lastschiffe Rußlands verdienen wegen ihrer Anzahl und Größe eine Erwähnung, wenn sie auch nur selten auf deutsche Wasserstraßen kommen. Die Form und Größe der noch immer vorwiegend aus Holz hergestellten Schiffe ist sehr verschieden. Die größte Bedeutung haben die Wolgaschiffe[1]).

1) Die Wolga und ihre Wasserstraßen, Denkschrift des russischen Verkehrs-Ministeriums gewidmet den Mitgliedern des 11. Kongresses, Petersburg 1908.

51. Die **Barsche** (Abb. 194 bis 198) ist die am meisten verbreitete Form. Sie hat einen flachen Boden ohne Sprung, keine Lehnung und keinen Ablauf im Mittelschiff. Die Kimm ist in der Regel rund. Vor- und Hinterschiff haben Keilform und senkrechte Steven. Das eigentümlich gebaute Ruder hängt mit Fingerlingen am Hintersteven. Das mittschiffs wagerechte Deck ist fest und gegen den Boden gut abgesteift. Zwischen dem mittelsten Unterzug und dem mittelsten Kielschwein ist hölzernes Fachwerk eingebaut, das zur Versteifung des Schiffes dient. Es wird meistens Fichten- und Kiefernholz verwendet. Die Abmessungen der Schiffe sind sehr verschieden: Man baut die Barschen bis zu 160 m Länge, 19 m Breite und 7 m kleinste Seiten-

Barsche, Abb. 194 bis 196. 1 : 500.



Abb. 194. Teile von Vor-, Hinterschiff und Längsschnitt.

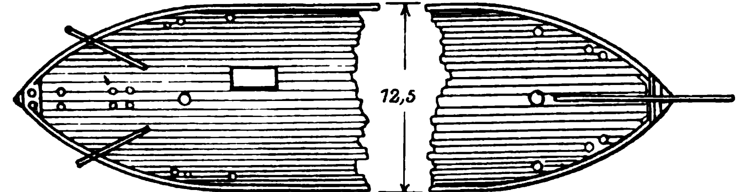


Abb. 195. Grundriß von Vor- und Hinterschiff.

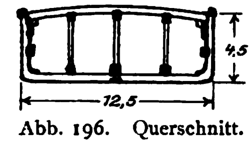


Abb. 196. Querschnitt.

höhe. Im Jahre 1908 war eine Länge von etwa 105 m und eine Breite von 10 bis 13 m am häufigsten. Die Tragfähigkeit geht bis zu 5000 t, beträgt meistens aber nur 1500 t. Eine solche Barsche in Holz soll im Jahre 1908 etwa 22000 Mark gekostet haben. Zur Beförderung von Naphtha sind in neuerer Zeit 2 besonders große hölzerne Barschen gebaut worden: 149 und 164 m lang, 19 m breit und 5,4 m hoch, die bei einer Tauchtiefe von etwa 3 m eine Tragfähigkeit von 6560 t haben.

Es werden jetzt auch Barschen aus Eisen und Stahl in gleichen Formen gebaut. Die größte, zur Beförderung von Naphtha bestimmte, hatte im Jahre 1908 eine Tragfähigkeit von 8200 t (nach anderer Angabe sogar 9184 t) bei 153,4 m Länge, 21,3 m Breite, 4,6 m Seitenhöhe und 2,8 m Tiefgang. Wegen der großen Breite ist sie mit 4 Steuerrudern versehen. Sie ist mit 2 Masten ausgerüstet und trägt auf Deck ein Maschinengebäude, sowie eine geräumige Kajüte für die aus 7 Mann und einem Maschinisten bestehende Besatzung. Die Kosten dieses Schiffes, einschließlich der Ausrüstung mit Rohrleitungen, einer Dampfpumpe u. dgl. haben etwa 252000 M. betragen.

Abb. 197 zeigt zwei hölzerne Barschen, die von einem Dampfer auf der Wolga geschleppt werden.

Viele Barschen werden nur für eine einmalige Talfahrt gebaut und bekommen dann ganz besonders große Abmessungen, namentlich in der Höhe. Sie werden ausschließlich zur Beförderung von Bauholz hergestellt und heißen



Abb. 197. Barschen im Schlepptau.



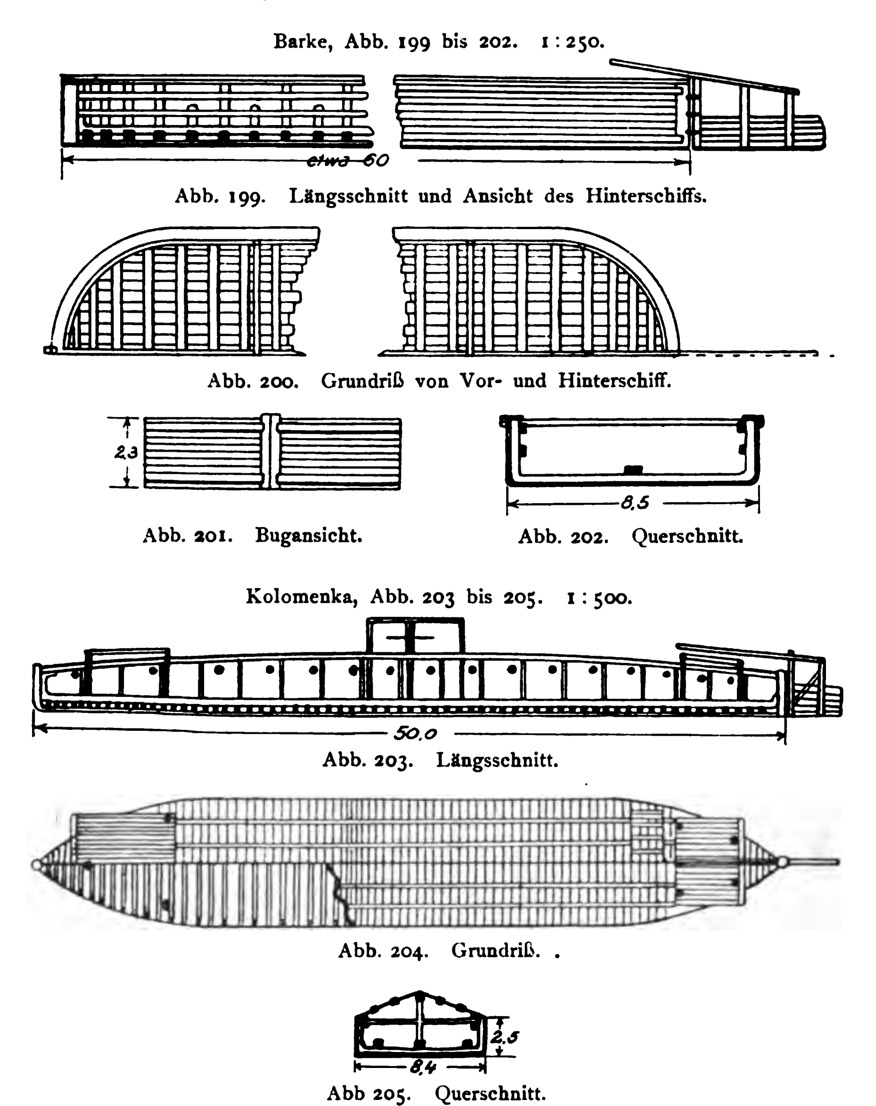
Abb. 198. Beliana (weiße Barsche) von 15000 t.

»Beliana«. Der Name kommt von »bely«, deutsch »weiß«, her, weil die Schiffe keinen Anstrich erhalten, also weiß bleiben. Unsere kleine Abbildung (198) zeigt das Hinterschiff einer Beliana, die bei etwa 5 m Tiefgang 15000 t bis 16400 t trägt [1]).

52. Die Barke (Abb. 199 bis 202) ist nächst der Barsche am meisten im Gebiet der Wolga verbreitet. Sie ist offen, hat wagerechten Boden, wage-

1) Voies navigables intérieures de la Russie, vom russischen Verkehrsministerium gewidmet den Mitgliedern des 11. internationalen Schiffahrtkongresses, St. Petersburg 1908.

rechtes Schandeck, ist vorne und hinten halbzylinderförmig gerundet und mit senkrechten Steven versehen. Das Steuer ist ebenso wie bei den Barschen angeordnet. Die Längsversteifung des Schiffskörpers wird durch ein hölzernes Kielschwein und durch je 2 an den inneren Bordwänden angeordnete Balken



Barke, Abb. 199 bis 202. 1 : 250.

Abb. 199. Längsschnitt und Ansicht des Hinterschiffs.

Abb. 200. Grundriß von Vor- und Hinterschiff.

Abb. 201. Bugansicht. Abb. 202. Querschnitt.

Kolomenka, Abb. 203 bis 205. 1 : 500.

Abb. 203. Längsschnitt.

Abb. 204. Grundriß.

Abb 205. Querschnitt.

in Form von Seitenstringern bewirkt. Diese Barken werden nur aus Holz hergestellt und meistens in Längen bis zu 85 m, in Breiten bis zu 12 m und darüber und in Höhen bis zu 4 m.

53. Die **Kolomenka** (Abb. 203 bis 205) hat im Grundriß die Form der Barsche, während Bug und Heck wie bei der Barke gebaut sind: durchweg

mit senkrechten Bordwänden ohne jede Lehnung. Der Boden ist wagerecht ohne Sprung, das Deck hingegen mit starkem umgekehrtem Sprung versehen, sodaß das Schiff in der Mitte höher ist als an den Enden, was den Regeln der Festigkeit am besten entspricht. Die Längsversteifung wird ähnlich wie bei der Barsche durch Kielschweine und die das Deck tragende Mittelwand bewirkt. Das Deck ist fest, aber dachförmig gebaut wie bei den Oderschiffen und reicht von Steven zu Steven. Im Vorschiff und im Hinterschiff sind darüber noch besondere, ebene Deckflächen angeordnet zum Verkehr der Schiffmannschaft. In der Mitte des Decks ist eine große hölzerne Winde (in Form einer sogenannten Erdwinde) aufgestellt, die zum Verholen und Warpen dient (S. 76). Auch diese Schiffe werden ganz aus Holz, aber nicht in so großen Abmessungen hergestellt: meistens in Längen bis zu 64 m, in Breiten bis zu 11 m (selten bis 13 m) und in Höhen bis zu 4 m; Schiffe unter 7,5 m Breite werden überhaupt nicht gebaut.

Bei allen hölzernen Wolgaschiffen ist sehr beachtenswert, wie man die Versteifung des Schiffskörpers namentlich in der Längsrichtung erreicht hat.

Während diese Schiffe in der Regel mit senkrechten Steven gebaut werden, findet man auf der Newa auch Schiffe mit stark gebogenem Steven und löffelförmigem Bug, der dem des Saarschiffs (34) ähnlich ist.

Die von der Wolga zur Newa durch die Kanäle des Mariensystems verkehrenden Schiffe dürfen 64 m lang und 9,6 m breit sein. Bei dem zulässigen Tiefgange von 1,8 m haben sie eine Tragfähigkeit von 786 t. Ausnahmsweise verkehren dort auch Schiffe von 72,5 m Länge und etwa 900 t Tragfähigkeit. Die für diesen Verkehr bestimmten Barschen werden »Mariinka« genannt.

Zur Beförderung besonderer Güter eingerichtete Lastschiffe.

Die bisher beschriebenen Schiffe sind im allgemeinen zur Beförderung verschiedener Güter bestimmt, wenn auch in einzelnen Fällen auf die Verladung besonderer Gegenstände, z. B. langer eiserner Träger oder Schienen, beim Bau Rücksicht genommen wird. Zur Beförderung gewisser Güter, wie z. B. von Flüssigkeiten, sind aber ganz besonders eingerichtete Schiffe nötig, von denen hier einige Beispiele mitgeteilt werden sollen.

54. Kastenschiffe, auch Tankschiffe genannt (Abb. 206 bis 217) dienen zur losen Beförderung von Petroleum, Naphtha, Benzin, Öl, Säure und ähnlichen Flüssigkeiten. Wir erwähnten solche Schiffe schon bei der Besprechung der Wolgabarsche. In Deutschland werden sie zur Beförderung von Petroleum aus den Seehäfen nach dem Binnenlande seit Jahren viel benutzt. Sie sind in der Regel ganz aus Stahl gebaut und durch eine Längsschottwand sowie eine Reihe von Querschotten in mehrere Kasten (Tanks) geteilt, die durch eine auf dem festen Deck angeordnete Rohrleitung einzeln gefüllt und entleert werden können

Für die Einrichtung der Kastenschiffe bestehen z. B. am Rhein besondere Vorschriften (Ordnung für die Untersuchung der Rheinschiffe vom 1. April

Kastenschiff für Petroleum (östliche Wasserstraßen), Abb. 206 bis 210.

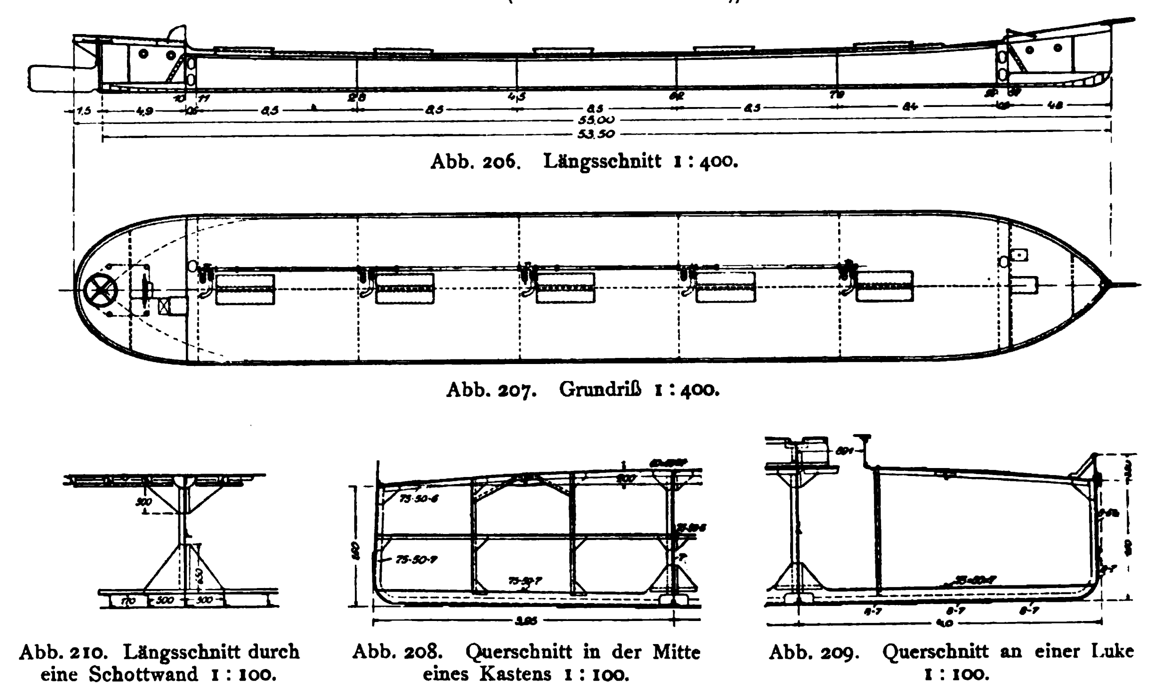


Abb. 206. Längsschnitt 1 : 400.

Abb. 207. Grundriß 1 : 400.

Abb. 210. Längsschnitt durch eine Schottwand 1 : 100.

Abb. 208. Querschnitt in der Mitte eines Kastens 1 : 100.

Abb. 209. Querschnitt an einer Luke 1 : 100.

1905), von denen hier mitgeteilt werden mag, daß der Fassungsraum eines Kastens 150 m³ nicht übersteigen darf und daß die Kasten unter sich je durch eine Öffnung oder ein Rohr von höchstens 200 cm² lichter Weite verbunden sein dürfen, die vom Deck aus geschlossen werden können. Weitere Bestimmungen betreffen die Lüftungseinrichtungen, die Anlage eines hölzernen Überdecks usw.

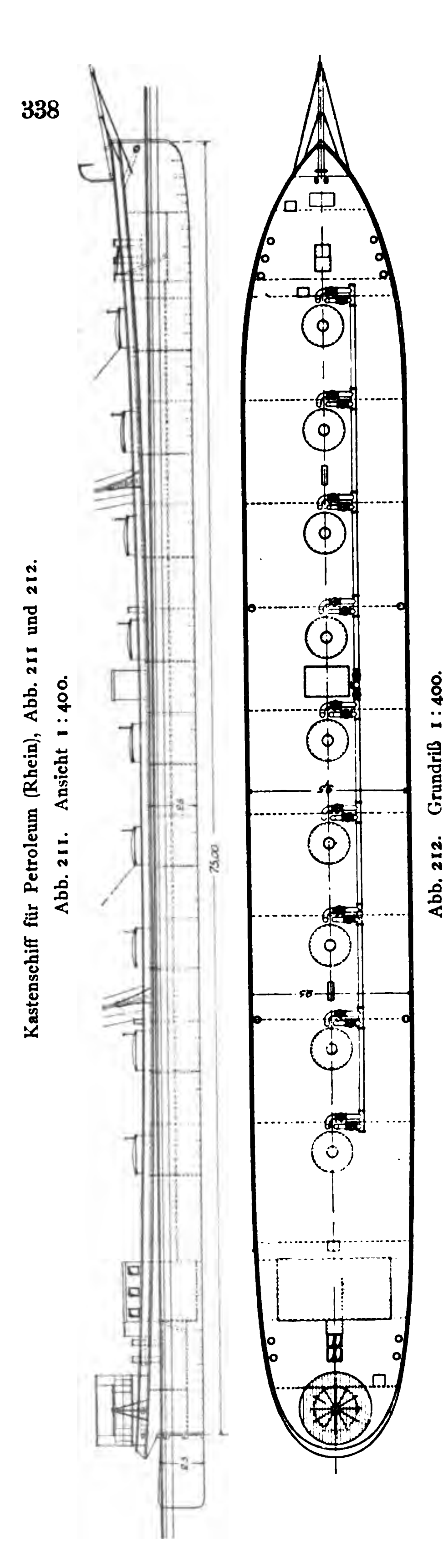
In Abb. 206 bis 210 ist ein Petroleum-Kastenschiff dargestellt, das für den Verkehr von Hamburg nach der oberen Elbe, nach Berlin, Breslau und bis Oberschlesien bestimmt ist. Die größte Länge über alles beträgt 55 m und zwischen den Loten 53,5 m, die Breite über den Scheuerleisten 8 m und auf den Spanten 7,9 m, die kleinste Seitenhöhe 1,6 m, der Tiefgang mit 420 t Ladung (gleich 500 m³ Petroleum) 1,45 m. Die Steven sind senkrecht, das Heck ist übergebaut und trägt ein festes Steuerruder, das durch ein senkrechtes Handrad und Kettenübertragung bewegt wird. Der Boden hat keinen Sprung, das Mittelschiff keinen Ablauf. Die Kimm ist nach einem Halbmesser von 300 mm abgerundet. Die Bordwände haben eine schwache Lehnung (je 40 mm) nach oben, so daß die Schiffsbreite in der Leerebene größer als in der obersten Wasserlinie ist. Dadurch wird mit Rücksicht auf die hölzernen Scheuerleisten die verfügbare Breite von 8 m besser ausgenutzt. Die Anordnung der Räume ist die übliche: im Hinterschiff unter Deck die Kajüte des Schiffers, im Vorschiff hinter dem Sicherheitschott der Mannschaftsraum und dazwischen der Laderaum. Dieser wird durch je 0,6 m breite, mit Wasser gefüllte Sicherheitsräume (»Kofferdamm«) von den Wohnräumen getrennt und durch 4 Querschotte und eine Längsschottwand in 10 Kasten (»Tank«) geteilt. Das Schiff hat somit im ganzen 9 Querschotte. Der Boden ist nicht wagerecht, sondern steigt von der Mitte nach den Borden beiderseits um 40 mm an, damit die in den Kasten enthaltenen Flüssigkeitsreste nach der Mitte zusammenfließen. Zum gleichen Zweck sind auch alle Blechstöße, namentlich im Boden, so angeordnet, daß nirgends Flüssigkeitsreste stehen bleiben und schädliche Gase sich bilden können. Die in

500 mm Abstand gestellten Spanten sind im allgemeinen 75 · 50 · 7 mm stark, an den Schottwänden aber 100 · 100 · 8 mm. Die Bodenwrangen (an jedem Spant) sind in dem Laderaum 6 mm stark, 170 mm hoch und oben als Gegenspanten auf 70 mm Breite umgebogen; an der Längsschottwand, mit der sie durch Eckbleche verbunden werden, sind große Zuflußlöcher ausgeschnitten. Die Hauptlängsversteifung des Schiffes wird durch die mittlere, 7 mm starke Schottwand bewirkt; außerdem sind noch zwei unvollständige Kielschweine von 70 · 50 · 7 mm starken Winkeln vorgesehen. An jedem Spant ist ein 75 · 50 · 6 mm starker Deckbalken angeordnet, der mit den Bordwänden und der Mittelwand durch Eckbleche verbunden ist. Das Deck wird außerdem durch zwei Unterzüge versteift, die aus einem 125 · 6 mm starken Bleche und zwei Winkeln von 50 · 50 · 6 mm Stärke zusammengesetzt sind. Bei jeder Luke wird das Deck durch einen 60 · 60 · 6 mm starken senkrechten Winkel gegen den Boden abgestützt (Abb. 209). Die Außenhaut hat folgende Blechstärken: Boden und Kimm 8 bis 7 mm, Seitengang einschließlich Schanzkleid 8 bis 6,5 mm, Deck 6 bis 5,5 mm. Das ringsum laufende 350 und 500 (vorne) mm hohe Schanzkleid ist oben mit einem Relingseisen gesäumt und durch kurze Winkel gegen das Deck abgestützt. Der Stringerwinkel ist 65 · 65 . 8 mm stark, die 160 · 80 mm starke hölzerne Scheuerleiste durch zwei 65 · 50 · 6 mm starke Winkel mit der Bordwand verbunden. Von den Querschotten laufen die beiden äußersten von 5,5 mm Stärke an den Kajüten durch, während die 6 anderen von 5 mm Stärke an der Mittelwand gestoßen werden. Sie sind durch wagerechte und senkrechte Winkel von 75 · 50 · 7 mm Stärke versteift. In den beiden mit Wasser gefüllten Sicherheitsräumen sind die Schotte durch je 2 wagerechte Anker abgesteift, während in der Mitte von jedem der 10 Petroleumkasten noch eine wagerechte Querversteifung durch Winkeleisen zwischen Bordwand und Mittelwand vorgesehen ist (Abb. 208). Die Deckunterzüge und Kielschweine sind mit den Schotten durch große Eckbleche verbunden (Abb. 210). Ebenso erhält die Mittelwand in den Kajüten große Eckbleche zur Verbindung mit Deck und Boden; im letzteren schließt sich ein starkes vollständiges Kielschwein an, das bis zu den Steven reicht. Man ersieht aus der Beschreibung, daß diese Schiffe mit Rücksicht auf den Seitendruck der Flüssigkeiten sehr fest gebaut sein müssen. Vom Deck aus sind die Kofferdämme durch Mannlöcher zugänglich, die mit Gummidichtung und Preßschrauben geschlossen werden. Von den Petroleumkasten sind je 2 mit einer gemeinsamen, 2,5 m langen, 1,8 m breiten Luke (»Expansionsluke«) versehen, die von 400 mm hohen, 6 mm starken Luksüllen umgeben ist. Die Lukendeckel sind mit Scharnieren, Preßschrauben und Gummidichtung ausgerüstet. Die neben den Luken liegende schweißeiserne Rohrleitung hat 200 mm Durchmesser, ist durch gußeiserne Formstücke mit den einzelnen Stutzen verbunden und außerdem durch eingeschaltete Stopfbüchsen in sich beweglich. Die in jedem Kasten bis nahe an den Boden (ohne Rückschlagventil) reichenden Saugerohre sind auf Deck mit besonderen Absperrventilen versehen, sodaß von dem Hauptrohr aus jeder Kasten einzeln gefüllt oder entleert werden kann. Sowohl jeder Kasten als auch die Wasserräume (Kofferdämme) werden durch Einfüllen von Wasser unter einem Druck von 1 m über Lukenoberkante auf der Werft rücksichtlich ihrer völligen Dichtigkeit geprüft und die Rohrleitung wird einem Überdruck von etwa 3 Atmosphären unterworfen.

Dies Schiff hat am Heck unter Wasser Keilform und senkrechten Steven, am Bug im unteren Teile Löffelform und darüber gleichfalls einen senkrechten Steven. Die Verdrängung beträgt bei 1,45 m Tauchtiefe 547 t, woraus sich das tote Gewicht zu 547 — 420 = 127 t ergeben würde, während es nach Angabe der Werft einschließlich der Ausrüstung (10 t) zu rund 136 t angegeben wird. Der Preis betrug 1909 ohne Ausrüstung (Winden, Anker u. dgl.), aber einschließlich der Rohrleitungen etwa 50000 Mark.

In den Abbildungen 211 und 212 ist ein anderes Petroleum-Kastenschiff dargestellt, das für den Rhein bestimmt ist. Es hat eine Länge zwischen den Loten von 75 m, eine Breite auf den Spanten von 9,5 m, eine kleinste Seitenhöhe von 2,6 m und bei 2,5 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von 1200 t bei gefüllten Wasserkasten (Kofferdämme). Nach Art der Rheinschiffe haben Bug und Heck Keilformen. Die Anordnung ist im übrigen ähnlich der vorbeschriebenen: Außer dem vorderen Sicherheitschott sind 12 Querschotte vorhanden, die mit der Längsschottwand 18 Petroleumkasten und 2 Wasserkasten abteilen. Die Expansionsluken sind zylindrich gestaltet und mit besonderen Entlüftungsrohren versehen. Auf Deck sind 2 Flaggenmasten angeordnet. Es verkehren auf dem Rhein noch größere Petroleum-Kastenschiffe, die bis 88 m zwischen den Loten lang, bis 11 m breit sind und Tragfähigkeiten bis 1500 t haben.

Solche Schiffe werden auch zur Beförderung von Benzin benutzt.



Kastenschiff für Petroleum (Rhein), Abb. 211 und 212.

Abb. 211. Ansicht 1 : 400.

Abb. 212. Grundriß 1 : 400.

Die Abbildungen 213 und 214 zeigen einen Teil von einem Kastenschiff zur Beförderung von Heizöl (schweres Steinkohlenteeröl), das zur Kesselfeuerung der Schleppdampfer auf dem Teltowkanal benutzt wird. Das Schiff ist 33,2 m über alles lang, 5,5 m breit, 1,8 m hoch und hat bei 1,47 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von etwa 175 t. Die Anordnung der Ölkasten und Wasserkasten ist im allgemeinen die gleiche wie bei den vorbeschriebenen Schiffen. Das Heizöl (mit einem spezifischen Gewicht von 1 bis 1,1 muß aber im Winter erwärmt werden. Dazu dient die aus den Abbildungen ersichtliche Warmwasserheizung. Der Heizkessel ist im Hinterschiff hinter dem Kofferdamm angeordnet.

Schiffe zur Beförderung von Säuren oder Gaswasser (Abb. 215 bis 217) werden zuweilen in gleicher Weise wie die Petroleum-Kastenschiffe, aber in kleineren Abmessungen gebaut. Abbildung 215 zeigt den Querschnitt eines in der Nähe von Berlin zur Beförderung von Salz- und Schwefelsäure benutzten Schiffes. Es ist etwa 30 m lang, 5 m breit und 1,7 m hoch. Der etwa 1 m hohe Laderaum ist nur durch eine Mittelwand in zwei große Kasten geteilt, Querschotte sind nicht angeordnet. Die Laderäume reichen von Steven zu Steven und sind gewissermaßen als doppelter Schiffsboden anzusehen. Auf dem Deck sind als besondere Aufbauten vorne und hinten kleine Kajüten angeordnet. Mittschiffs sind 2 Einsteigeluken mit den nötigen Rohranschlüssen und Entlüftungshähnen angebracht.

Solche Stoffe werden zuweilen in großen Blechzilindern befördert, wie es z. B. in den Abbildungen 216 bis 217 dargestellt ist. Das aus Stahl mit Holzboden gebaute Schiff, von dem der mittlere Teil gezeichnet ist, hat 26 m Länge und 3,8 m Breite über den Spanten. Es trägt einen 11,4 m langen, 1,5 m im Durchmesser weiten Blechzilinder von 20 m³ Inhalt, der durch Zwischenwände in 3 Teile zerlegt und durch Mannlöcher zugänglich ist. An den beiden Enden des Schiffs befinden sich Räume für die Mannschaft. Zuweilen werden auch Schiffe gebaut, die mehrere Zilinder nebeneinander tragen.

55. Schiffe zur Beförderung von Sand und Mörtel.

Die vereinigten Berliner Mörtelwerke besitzen eine große Zahl von Schiffen zu diesem Zweck. Abbildung 218

Teil eines Kastenschiffs für Heizöl, Abb. 213 und 214.

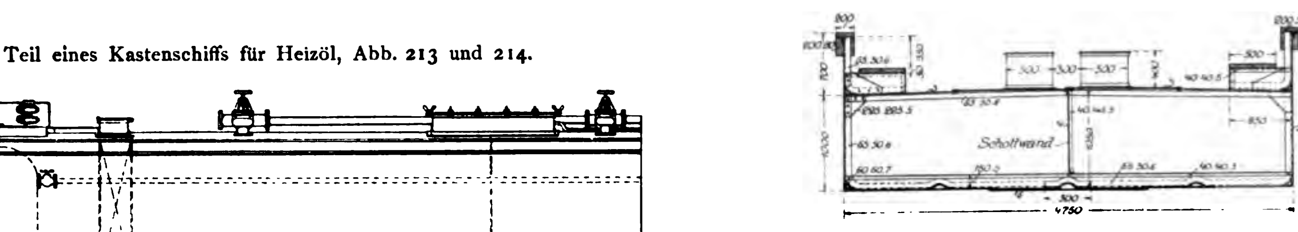


Abb. 215. Querschnitt eines Kastenschiffs für Säuren 1 : 80.

Abb. 213. Längsschnitt mit Ansicht des Heizkessels 1 : 100.

Abb. 214. Grundriß 1 : 100.

Schiff zur Beförderung von Säuren in Blechzylindern, Abb. 216 und 217.

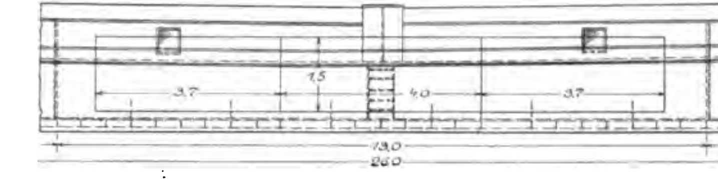


Abb. 216. Teil des Längenschnitts 1 : 150.

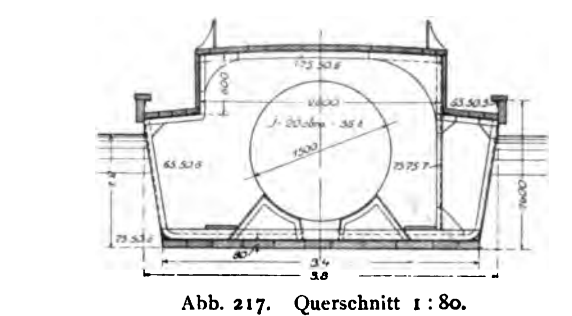


Abb. 217. Querschnitt 1 : 80.

zeigt den Querschnitt. Die Schiffe sind 48 m lang, 6,65 m über den Spanten breit und 2 m hoch. Der Laderaum ist trapezförmig gestaltet, um das mechanische Entladen durch geneigte Becherwerke zu erleichtern, und mit gespundeter, 50 mm starker Bretterverkleidung versehen. Die oberen seitlichen Bretteraufsätze sind losnehmbar. Im übrigen sind die Schiffe aus Stahl gebaut.

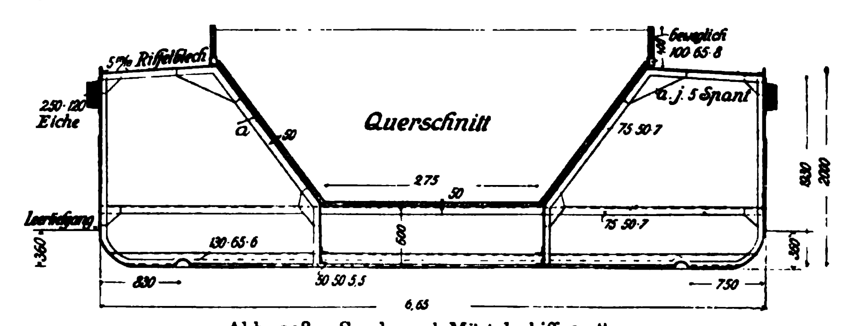


Abb. 218. Sand- und Mörtelschiff 1 : 80.

Schiff zur Beförderung von Ziegelsteinen, Abb. 219 und 220.

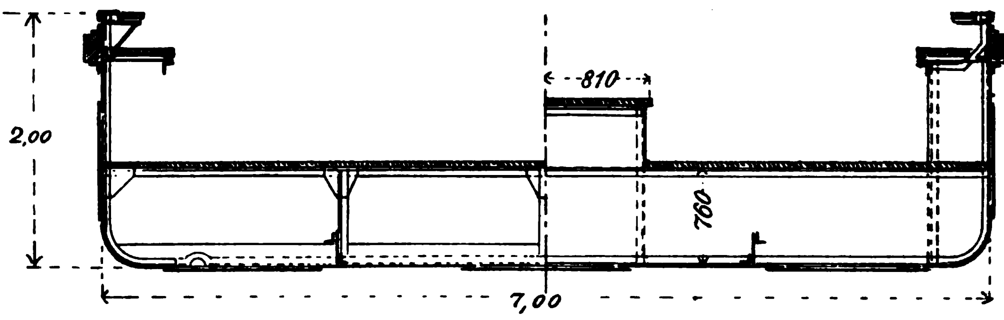


Abb. 219. Querschnitt 1 : 60.

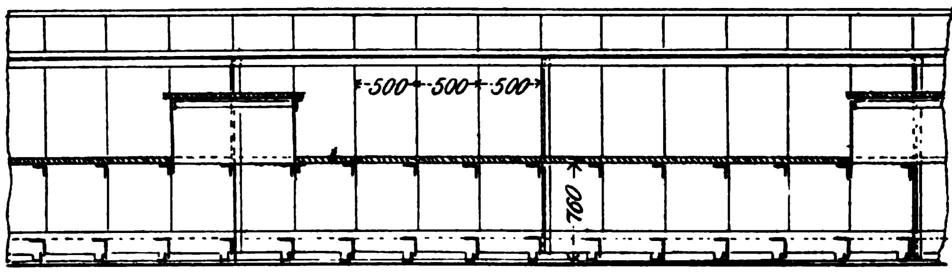


Abb. 220. Teil des Längenschnitts 1 : 60.

56. Schiffe zur Beförderung von Ziegelsteinen. Auch für diesen sehr lebhaften Verkehr auf den Märkischen Wasserstraßen sind in neuerer Zeit besondere Schiffe gebaut worden, die sich von den gewöhnlichen Lastschiffen dadurch unterscheiden, daß die Bühne (die Wegerung) nicht unmittelbar auf den Bodenwrangen, sondern 0,7 m bis 1 m über dem Schiffsboden

liegt. Das hat den Vorteil, daß sowohl beim Laden wie beim Löschen die Überwindung dieses Höhenunterschieds erspart wird. Bei dem großen Gewicht der Mauersteine liegt der Schwerpunkt der Ladung noch immer so tief, daß die nötige Steifheit (Stabilität) gesichert bleibt.

Das in den Abbildungen 219 und 220 dargestellte ganz aus Stahl gebaute Schiff zeigt noch andere Eigentümlichkeiten. Es ist 48 m über alles lang, 7 m auf den Spanten breit, 2 m hoch und hat bei 1,6 m Tiefgang eine Tragfähigkeit von etwa 360 t. Die 65 · 50 · 5,5 mm starken Spanten stehen in 500 mm Abstand. Die 150 mm hohen Bodenwrangen bestehen aus dem Spantwinkel und einem oben gegengenieteten Winkel von 130 · 65 · 6 mm. Im Laderaum sind 2 vollständige Kielschweine aus 225 · 5 mm starken Blechen angeordnet, die oben mit einem Winkel von 75 · 50 · 7 mm und unten mit einem solchen von 50 · 50 · 5,5 mm gesäumt sind. 760 mm über dem Boden liegen die 75 · 50 · 7 mm starken Fußbodenwinkel, die durch 3 Stützwinkel und Eckbleche mit den Bodenwrangen verbunden sind. Durchgehende hohe Querschotte befinden sich nur an den beiden Enden des 36,5 m langen Laderaums; aber 6 niedrige Halbschotte von 760 mm Höhe zwischen Boden und Bühne sind im Laderaum in Entfernungen von je 11 Spanten angeordnet. In Verbindung mit den letzteren und außerdem in den Zwischenräumen von je 5 und 6 Spantenentfernungen sind zur Versteifung beiderseits noch 11 Rahmenspanten von 550 mm Breite eingebaut, die den ebenso breiten und 6,5 mm dicken Stringer aus glattem Blech tragen. Dieser liegt 380 mm unter Bordoberkante, ist mit der Bordwand durch einen 50 · 50 · 6 mm starken Winkel verbunden und an der Seite des Laderaums durch 2 Winkel von 75 · 50 · 7 und 50 · 40 · 5 mm gesäumt. Auf dem Stringer liegt der Bordgang aus 30 mm starken Brettern. Zur weiteren Bordverstärkung liegt auf der Oberkante des Schergangs ein [-Stahl von 140 · 60 · 7 · 10 mm Stärke, an den sich binnenschiffs ein ebenso breites, 45 mm starkes Brett anschließt, das in Längen von etwa 2 m nach unten geklappt werden kann, um den Bordgang frei zu machen. In der Mittellinie des Laderaums sind bei den oben erwähnten Halbschotten 6 »Stützkasten« von 1,6 · 1,1 m Größe im Grundriß und 500 mm Höhe angeordnet. Sie dienen dazu, um zwischen ihnen und dem Ufer bewegliche Brücken herzustellen, auf denen mittels einer Feldbahn die mit Mauersteinen beladenen Wagen bewegt werden. Diese gut gebauten Schiffe haben im Jahre 1903 je 24000 Mark gekostet.

57. In den Abbildungen 221 bis 224 ist ein Lastschiff mit Kühleinrichtungen dargestellt, das in neuerer Zeit zur Beförderung von Bier benutzt wird[1]). Solche Schiffe sind auf der Elbe im Betriebe und befördern meistens entweder böhmisches Bier von Tetschen oder baierisches Bier von Riesa nach Hamburg. Sie haben eine größte Länge von 55 m und eine größte Breite von 7 m, sind aus Stahl mit hölzernem Boden gebaut und mit festem hölzernem Deck versehen.

Aus dem Längsschnitt (Abb. 221) erkennt man, daß die 3 Laderäume durch je eine große Luke zugänglich sind. Der Boden, die Bordwände und das Deck sind über die ganze Länge der Laderäume ebenso wie die vorne und hinten sie abschließenden Schottwände durch Korkstein gegen Wärmedurchgang gesichert. Zu diesem Zweck ist zwischen den eisernen Bodenwrangen ein 30 mm starker hölzerner Zwischenboden eingebracht, auf dem der 50 mm starke Korksteinbelag befestigt ist. Dieser Zwischenboden ist in einzelnen Tafeln beweglich. Außerdem sind die Oberflächen der Wrangen mit Isolierpapier belegt und hierauf gleichfalls eine 50 mm starke Korksteinschicht gekittet. Dann ist über den ganzen Boden die übliche Bühne aus losen, gefugten Brettern gestreckt. Die Bordwände sind innen mit einer 100 mm starken Korksteinschicht belegt, die durch Korksteinkitt an die Bleche geklebt ist. An jedem zweiten Spant sind Holzrippen bündig eingelegt, an denen die Seitenverschalung befestigt ist. Ebenso sind die beiden Schottwände mit Korkstein in zwei gegeneinander versetzten Lagen von zusammen 100 mm Dicke bedeckt und dann mit einer Verschalung aus 30 mm starken Brettern versehen. Das hölzerne Deck trägt in ähnlicher Weise auf seiner Unterfläche zwei Lagen Korkstein von zusammen 150 mm

1) Zeitschrift für Binnenschiffahrt, 1908, Seite 226.

Kühlschiff zur Beförderung von Bier, Abb. 221 bis 224.

Abb. 221. Längsschnitt 1 : 300.

Abb. 222. Grundriß 1 : 300.

Abb. 223. Rohrleitung 1 : 200.

Abb. 224. Grundriß des Maschinenraums 1 : 300.

Dicke und darunter eine dünne Bretterverschalung. Zur Erzeugung der Kälte dient eine Anlage mit Kohlensäurekompression, die in dem hinter den Laderäumen angeordneten Maschinenraum untergebracht ist (Abb. 223) und im wesentlichen aus einem Benzinmotor, einem liegenden Kompressor, einem Kondensator und einem als Dampfkühler ausgebildeten, in die Laderäume eingebauten Verdampfer besteht. Der Benzinmotor leistet 15 Pferdestärken, macht in der Minute 350 Umdrehungen und verbraucht stündlich etwa 4,5 kg Benzin, wovon ein Vorrat im hintersten Schiffsraum mitgenommen wird. Das Kühlwasser wird durch eine Kapselpumpe (hinter dem Kompressor) der Elbe entnommen, tritt unten in den Kondensator ein und fließt oben wieder in den Strom zurück. Der Verdampfer besteht aus einem Rohrnetz von 28/38 mm Durchmesser, das an der Decke der Laderäume in Gruppen aufgehängt ist, wie sie im Grundriß (Abb. 223) punktiert angedeutet sind. In der Abbildung 225 ist die Rohrleitung des hintersten Laderaums in größerem Maßstabe dargestellt. Es ist nur ein Regulierventil im Maschinenraum vorhanden, so daß es nicht nötig ist, während der Reise die Laderäume zu betreten, was wegen des Zollverschlusses von Wichtigkeit ist. Die Behandlung der Maschinen ist einfach und kann vom Schiffer besorgt werden. Es ist für das meist in Fässern verladene Bier eine gleichmäßige Wärme von 2 bis 4° C erforderlich; die Einrichtung genügt aber auch, um dauernd — 7° C im Laderaum zu erzeugen. Die beim Bau gestellte Forderung war eine stündliche Kälteleistung von 16000 Wärmeeinheiten bei — 10° Verdampfungstemperatur im Flußwasser bis zu + 20° C.

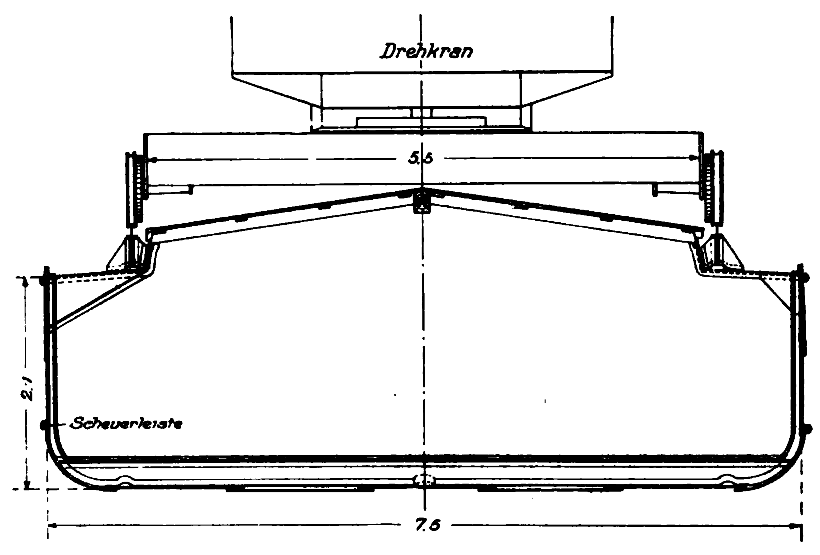


Abb. 225. Leichterschiff mit Laufkran, Querschnitt 1 : 75.

58. Abbildung 225 stellt den Querschnitt durch ein **Leichterschiff mit Laufkran** dar, wie sie in neuerer Zeit häufig auf dem Rhein benutzt werden. Das Schiff von 54 m Länge, 7,5 m Breite und 2,1 m Seitenhöhe ist im übrigen wie ein gewöhnliches Rheinschiff gebaut. Die Bordgänge haben jedoch eine Breite von 1 m erhalten, um auf ihnen die Träger für die Schienen anzubringen, auf denen die 4 Räder des den Dampfkran tragenden Wagens (von 2,8 m Länge und 5,5 m Breite) laufen. Die Länge der Schienenbahn ist 26,5 m. Der Dampfkran von gewöhnlicher Bauart trägt an dem 11 m weit (von der Mitte) ausladenden Ausleger einen Greifer. Mit so ausgerüsteten Schiffen kann man während der Bergfahrt sehr bequem und ohne Zeitverlust

die für die weitere Reise zu tief beladenen Schiffe leichtern. Da die beiden Schiffe dazu fest miteinander verbunden werden müssen, sind an dem Leichterschiffe nicht nur in Höhe des Bordgangs, sondern auch tiefer unten, an der Nietreihe des Kimmgangs Scheuerleisten aus Halbrundstahlen (73 · 26 mm) angebracht worden.

In Mannheim befanden sich 1909 bereits 10 bis 12 solcher Schiffe, die namentlich beim Leichtern der weiter stromaufwärts gehenden Kohlenschiffe mit Erfolg benutzt wurden. Zum Leichtern von Getreideschiffen mit entsprechend angeordnetem Becherwerk (Elevatoren) gebaute Schiffe haben sich bisher weniger gut bewährt.

Ergebnisse.

Die mitgeteilten Beispiele von Lastschiffen zeigen große Unterschiede hinsichtlich ihrer Größe, Form und Einrichtung. Diese Unterschiede sind zum Teil auf die Beschaffenheit der verschiedenen Wasserstraßen, zum Teil auf die wirtschaftlichen Verkehrsbedingungen, zum Teil auch, wie früher schon bemerkt, auf die technisch mehr oder minder berechtigten Gewohnheiten und Überlieferungen der Schiffer zurückzuführen. Alle Schiffe, die für das Durchfahren von Kanälen und Schleusen bestimmt sind, müssen sich in ihrer Größe nach diesen richten. Dazu gehören in Deutschland besonders die Schiffe auf den Wasserstraßen zwischen Elbe und Weichsel, auf dem Dortmund-Ems-Kanal und auf den elsaß-lothringischen Kanälen. Es bleiben zur weiteren Untersuchung die Schiffe auf dem Rhein, der Weser, der Elbe und der Donau. Ihre verschiedene Größe ist nicht allein aus der Beschaffenheit dieser Ströme hinsichtlich der Gefälle, Krümmungen, Geschiebebewegung und Fahrwassertiefe zu erklären; denn diese Unterschiede sind gar nicht so groß.

Fast überall ist das Bestreben zu erkennen, die Tragfähigkeit fortgesetzt zu erhöhen. Das ist erklärlich, weil die auf eine Tonne der Tragfähigkeit fallenden Kosten für den Neubau, die Unterhaltung, die Bedienung und die Fortbewegung im allgemeinen mit der Größe des Schiffes abnehmen, während die anderen, verhältnismäßig geringeren Kosten des Ladens, des Löschens, der Abgaben u. dgl. je Tonne mit der wachsenden Schiffsgröße ziemlich unverändert bleiben. Diesem wirtschaftlich richtigen Streben wird auf den offenen Strömen durch den jeweiligen Zustand des Fahrwassers eine Grenze gesetzt, die aber durch jede Verbesserung wieder verschoben wird. Wiederholt ist darum die Frage aufgeworfen worden, wie weit diese Vergrößerung gehen wird und ob es nicht Sache der staatlichen Aufsichtspflicht ist, mit Rücksicht auf das Gemeinwohl für die einzelnen Ströme bestimmte Grenzen vorzuschreiben. Diese Frage ist bisher verneint worden, weil aus der zunehmenden Größe keine Unzuträglichkeiten für die Öffentlichkeit festgestellt worden waren. Im Gegenteil sind infolge der größeren Schiffe die Frachten im Laufe der Zeit immer niedriger geworden, was als ein volkswirtschaftlicher Vorteil zu betrachten ist. Besonders bei niedrigen Wasserständen zeigen große Schiffe ihre Überlegenheit: Die Frachten bleiben für sie noch lohnend,

während die Besitzer von kleinen Schiffen den Betrieb einstellen müssen, weil sie an den geringen Gütermengen, die sie befördern könnten, nichts verdienen würden. Gerade die Einzelschiffer oder sogenannten Kleinschiffer sind darum im allgemeinen bemüht, immer größere Schiffe zu erwerben und die älteren kleinen zu verkaufen, die allmählich auf die Nebenwasserstraßen gedrängt werden[1]). An der Elbe beschlossen im Jahre 1911 die Uferstaaten, die Abmessungen der künftig zu erbauenden Schiffe polizeilich zu begrenzen (S. 291). Es bleibt abzuwarten, ob man auf anderen offenen Strömen diesem Beispiel folgen wird.

Die Vergrößerung der Lastschiffe wird außerdem durch die Menge der zur Beförderung bereitliegenden Güter begrenzt. Wenn die Menge nicht immer genügt, um die großen Schiffe binnen kurzer Frist zu beladen, werden sie unwirtschaftlich. Auch ist für große Schiffe ein verhältnismäßig schnelleres Löschen und Laden nötig, damit die Zahl der jährlichen Reisen nicht zu klein wird. Dem Umstand, daß am Rhein fast immer größere Gütermengen (in erster Linie Kohlen) zur Verladung bereit sind, ist es zuzuschreiben, daß die Vergrößerung der Rheinschiffe noch stark im Wachsen begriffen ist. Ähnlich liegen die Verhältnisse an der Elbe; anders hingegen an der Donau, wo man seit längerer Zeit Lastschiffe von 650 t bis 670 t Tragfähigkeit als die vorteilhaftesten erkannt hat, während für größere Schiffe von etwa 1000 t nur selten die nötige Fracht (Getreide) vorhanden ist. Auf der unteren Donau sollen allerdings einige Lastschiffe von Tragfähigkeiten bis zu 2000 t im Betriebe sein[2]). Auf der Elbe werden jetzt Schiffe von 1000 t für vorteilhaft gehalten, während das größte 1434 t Tragfähigkeit besitzt, und auf dem Rhein werden Schiffe von rund 1700 t bevorzugt, während das größte 3583 t Tragfähigkeit hat und als das größte Lastschiff in Mitteleuropa anzusehen ist. Die Schiffe auf der Wolga sind allerdings viel größer, da sie Tragfähigkeiten bis zu 8200 t, ausnahmsweise bis 15000 t besitzen, was einerseits in der guten Fahrstraße des gewaltigen Stromes und andererseits in der Menge der zu befördernden Güter seine Erklärung findet.

Auch bei den Schiffen, die sowohl auf Strömen als auch auf Kanälen verkehren und deren Längen und Breiten durch die Abmessungen der Schleusen begrenzt sind, ist das Bestreben nach Vergrößerung ihrer Tragfähigkeit zu bemerken. Das wird durch eine größere Höhe erreicht, die bei günstigen Wasserständen eine größere Tauchtiefe erlaubt. Diese Erscheinung zeigt sich namentlich bei den Schiffen auf den Wasserstraßen zwischen Elbe und Weichsel. In früheren Zeiten genügte es, wenn die Höhe der Schiffe nach den zulässigen Tauchtiefen in den Kanälen bemessen wurde, weil diese für die Ströme, selbst bei mittleren Wasserständen, ausreichend waren. Seit

---

1) Hinsichtlich der Zunahme der großen Schiffe vergl. den »Bestand der deutschen Binnenschiffe« am Ende dieses Buches sowie den Aufsatz von Sympher im Zentralblatt der Bauverwaltung 1900, S. 265 (besonders über die kleinen Schiffe).

2) Suppan, a. a. O.

aber Elbe, Havel, Oder, Warthe und Netze wesentlich verbessert worden sind, ist es vorteilhaft geworden, die Schiffe für einen größeren Tiefgang einzurichten, wenngleich die vermehrte Tragfähigkeit nicht immer ausgenutzt werden kann.

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen über die vorhandenen Lastschiffe hinsichtlich ihrer Größe und Form sind für einige der wichtigsten und besten zum Teil in der nebenstehenden Tafel zusammengefaßt.

Die Unterlagen dazu sind zum überwiegenden Teile den amtlichen Eichungsverhandlungen entnommen, die von den Eichbehörden zur Verfügung gestellt wurden. Für die unter Nr. 3, 19 und 21 aufgeführten Schiffe stammen die Angaben aus den Zeichnungen und Mitteilungen der Schiffbauanstalten, sowie aus anderen zuverlässigen Quellen. Die Ergebnisse der Eichungen sind meistens in Gruppen von durchaus ähnlicher Bauart und angenähert gleicher Länge und Breite zusammengefaßt und die Zahl der Schiffe. die für die Bildung der gemittelten Werte benutzt wurden, in Spalte 2 in Klammern mitgeteilt. Die in den Spalten 9, 11, 12 und 16 stehenden Zahlen sind berechnet worden. Es handelte sich dabei vor allem um die Ermittelung des toten Gewichts, also des Gewichts des betriebsfähig ausgerüsteten und bemannten Schiffes ohne nützliche Ladung. Das wird bei der Eichung nicht festgestellt, konnte aber aus dem Flächeninhalt der Leerebene und dem mittleren Leertiefgang unter sorgfältiger Berücksichtigung der Formen des Schiffskörpers unter dieser Leerebene, bei Benutzung der entsprechenden Linienrisse, mit genügender Genauigkeit ermittelt werden. Es zeigte sich, daß dies Gewicht oft kleiner war, als von den Schiffbauanstalten angegeben wurde, weil diese mit einem Sicherheitszuschlag zu rechnen pflegen, damit das fertige Schiff keinen größeren Leertiefgang hat, als verlangt wird. Aus dem toten Gewicht (Spalte 9) und der Tragfähigkeit (Spalte 10) ist das Verhältnis beider in Spalte 11, die ganze Verdrängung in Spalte 12 und der Völligkeitsgrad der Verdrängung in Spalte 16 berechnet worden.

Zu der Spalte 3 bleibt zu bemerken, daß die Länge der Schiffe in der obersten Wasserlinie oder zwischen den Loten je nach ihrer Form mehr oder minder erheblich kleiner ist. Ebenso ist die Breite in Spalte 4 über die etwa vorhandenen Scheuerleisten gemessen, muß also entsprechend vermindert werden, wenn man die Breite über den Spanten oder über der Beplankung haben will. Die Zahlen in Spalte 6 geben bei steuerlastigen Schiffen (z. B. den Rheinschiffen) den gemittelten Leertiefgang an.

Aus der Tafel ergibt sich, daß der Leertiefgang bei sonst nahezu gleichen Abmessungen bei Holzschiffen am kleinsten ist, namentlich bei leicht gebauten und leicht ausgerüsteten Kanalschiffen, wie bei der Penische. Schiffe, die ganz aus Stahl gebaut sind, haben aber einen geringeren Leertiefgang als solche mit Holzboden. Außer von dem Baustoffe und der Bauweise hängt der Leertiefgang von dem Völligkeitsgrad der Leerebene (Spalte 13) und der Gestalt des untersten Teiles des Schiffes ab. Je völliger dieser ist, um so geringer wird der Leertiefgang: das zeigt wieder die Penische. Auch sieht man, daß der Leertiefgang mit zunehmender Schiffsbreite im allgemeinen abnimmt. Bei sonst gleichen Verhältnissen wächst der Leertiefgang mit der Höhe des Schiffes.

Spalte 11 zeigt das Verhältnis zwischen der Tragfähigkeit und dem toten Gewicht: das tote Gewicht beträgt im allgemeinen ein Viertel bis ein Fünftel von der Tragfähigkeit. Nur bei den leichgebauten Dortmund-Ems-Kanalschiffen fällt es unter ein Fünftel und wird bei der Penische sogar zu 0,13. Bei der Beurteilung im einzelnen muß man die bei der Ermittelung der Tragfähigkeit zugrunde gelegte Freibordhöhe berücksichtigen (S. 250),

Nr.	Art des Schiffes	Länge über alles m	Größte Breite m	Kleinste Seitenhöhe m	Tauchtiefe cm leer	Tauchtiefe cm beladen	Freibord cm	Wasserverdrängung (Gewicht) leer (totes Gewicht)	Eichraum (Tragfähigkeit)	Verhältnis beider	Zusammen (Verdrängung)	Völligkeitsgrade der Leerebene	der obersten Wasserlinie	des Eichraums	der Verdrängung
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Flußschiffe:							t	t		t				
1	Allerschiff, gedeckt, Stahl. . . . . (5)	49,4	7,2	1,7	31	143	27	82	320	0,26	402	0,84	0,89	0,84	0,83
2	Weserschiff, » » . . . . (9)	60,9	8,7	2,18	40	193	25	158	648	0,24	806	0,8	0,86	0,82	0,81
3	Donauschiff, » »	63	8 2	2,4	34	190	50	135	675	0,2	810	0,79	0,86	0,84	0,825
4	Elbschiff, gedeckt, Stahl, Holzboden . . . . (20)	75	10,6	2,1	39	200	10	252	1094	0,23	1346	0,9	0,91	0,88	0,87
5	Rheinschiff I, gedeckt, Stahl . . . . (7)	78,3	10,04	2,38	49	238	0	305	1279	0,24	1584	0,86	0,9	0,885	0,87
6	» II, » » . . . . (8)	82,7	10,09	2,63	49	253	10	323	1454	0,22	1777	0,85	0,9	0,88	0,87
7	» III, » » . . . . (5)	87	11,07	2,73	47	260	13	357	1755	0,2	2112	0,85	0,9	0,88	0,87
	Fluß- und Kanalschiffe:														
8	Oderschiff, Finowmaß, offen, Holz . . . . . (30)	40	4,6	2,01	34	177	24	52	231	0,22	283	0,91	0,92	0,89	0,88
9	» » offen, Stahl, Holzboden . (10)	40	4,6	2,07	38	183	24	59	237	0,25	296	0,91	0,94	0,914	0,908
10	» » gedeckt » » . (15)	40	4,6	2,14	42	189	25	65	242	0,27	307	0,91	0,94	0,915	0,906
11	Saaleschiff, verschiedene Bauart . . . . . . (20)	51,3	6	2,16	39	190	26	100	412	0,24	512	0,9	0,92	0,9	0,89
12	Oderschiff, Breslauer Maß, offen, Holz . . . . (6)	55	8	2	31	175	25	109	536	0,2	645	0,9	0,9	0,88	0,87
13	» » » » Stahl, Holzbod. (12)	55	8	2,05	36	179	26	131	547	0,24	678	0,91	0,92	0,9	0,89
14	» » » » » . . . . (12)	55	8	1,95	32	170	25	116	533	0,22	649	0,91	0,92	0,9	0,89
15	» » » gedeckt » Holzbod. (5)	55	8	2,22	40	197	25	148	605	0,25	753	0,91	0,92	0,9	0,89
16	Elbschiff, Plauer Maß, » » » (5)	65	8	2,2	37	189	31	162	692	0,23	854	0,92	0,92	0,9	0,89
17	Dortmund-Ems-Kanal, » » Keilform. (9)	67	8,2	2,5	45	242	8	180	942	0,19	1122	0,81	0,92	0,9	0,88
18	» » » » » Löffelform . .	67	8,2	2,47	43	237	10	182	949	0,19	1131	0,92	0,95	0,91	0,89
	Kanalschiffe:														
19	Klodnitz-Kanalschiff, gedeckt, Stahl	34,3	3,95	1,86	30	160	26	37	162	0,23	199	0,94	0,95	0,94	0,93
20	Straßburger Kanalschiff, gedeckt, Stahl, Holzbod.	38,5	5	2,34	30	224	10	53	360	0,15	413	0,94	0,97	0,96	0,95
21	Penische, gedeckt aus Holz	38,5	5	2,38	26	224	14	49	374	0,13	423	0,99	0,99	0,99	0,99

die in Spalte 8 aus den Spalten 5 und 7 angegeben ist. Je geringer der Freibord, um so kleiner wird unter sonst gleichen Umständen der Anteil des toten Gewichts. Unter den Flußschiffen ist z. B. bei dem Donauschiff ein Freibord von 50 cm zugrunde gelegt; würde man nur 10 cm annehmen, so würde sich die Tragfähigkeit zu 853 t und das tote Gewicht je Tonne Tragfähigkeit anstatt zu 0,2 zu 0,16 t ergeben. Das Donauschiff ist mithin das leichteste Flußschiff. Für das Aller- und das Weserschiff würde sich bei gleichem Freibord von 10 cm das tote Gewicht zu 0,22 ergeben. Bemerkenswert ist die Abnahme des toten Gewichts der Rheinschiffe mit zunehmender Tragfähigkeit (trotz der wachsenden Freibordhöhe). Daß mit zunehmender Tragfähigkeit eines Schiffes das tote Gewicht je Tonne der Tragfähigkeit und auch die Neubaukosten je Tonne der Tragfähigkeit abnehmen, ist aber keine allgemein gültige Regel. Bei der späteren Besprechung der Neubaukosten werden wir darauf zurückkommen.

In den Spalten 13 bis 16 sind die Völligkeitsgrade zusammengestellt, die für die Form der Lastschiffe von besonderer Bedeutung sind: Zwischen der Leerebene und der obersten Wasserlinie liegt der Eichraum, der der Tragfähigkeit entspricht. Seine Völligkeit hängt also von dem Völligkeitsgrad jener beiden Ebenen ab. Spalte 15 lehrt, daß der Völligkeitsgrad des Eichraums bei den Flußschiffen zwischen 0,82 und 0,885 schwankt, bei den Fluß- und Kanalschiffen zwischen 0,88 und 0,915 und bei den Kanalschiffen zwischen 0,94 und 0,99. Der Völligkeitsgrad der ganzen Verdrängung ist durchweg kleiner, und zwar meistens um 0,01, nur bei den Schiffen auf dem Dortmund-Ems-Kanal um 0,02 [1]. Wenn man von den Kanalschiffen absieht, scheinen die Völligkeitsgrade der Verdrängung auch bei den anderen Schiffen recht hoch zu sein, höher, als man gewöhnlich annimmt und als bei den Entwürfen manchmal angegeben wird. Es ist aber zu berücksichtigen, daß es sich hier fast ausnahmslos um Schiffe aus neuester Zeit handelt und wir schon oben auf das Streben hingewiesen haben, die Völligkeit zu vergrößern, namentlich bei den Fluß- und Kanalschiffen, deren Länge und Breite durch die Schleusen begrenzt sind. Ob die große Völligkeit bei den Elbe- und Rheinschiffen (Nr. 4 bis 7) und der dadurch hervorgerufene größere Schleppwiderstand etwa durch die billiger gewordene Schleppkraft hervorgerufen sind, mag dahingestellt bleiben. Leider haben die Einzelschiffer (Kleinschiffer) keine besondere Veranlassung, ihre Schiffe mit möglichst wenig Widerstand zu bauen, weil die von ihnen zu zahlenden Schlepplöhne ebenso hoch berechnet werden. Die von dem Verfasser untersuchten Schiffe aus älterer Zeit, namentlich Rheinschiffe, die vor 15 bis 20 Jahren in Holland gebaut sind, zeigen meistens ge-

1) Wenn Herr Dehem in seinem auf S. 292 angeführten Buche, Fußnote auf S. 75, bemerkt daß der Völligkeitsgrad der Verdrängung im allgemeinen größer ist als der Völligkeitsgrad des Eichraums, so liegt offenbar ein Irrtum vor. Dieser läßt sich vielleicht daraus erklären, daß Herr Dehem bezüglich des toten Gewichts die Angaben der Schiffbauanstalten benutzt hat, die oft zu hoch sind, wie schon erwähnt wurde.

ringere Völligkeit, oft nur 0,8 bis 0,83. Ferner ist in Betracht zu ziehen, daß der Völligkeitsgrad der Verdrängung eines Schiffes mit der Tauchtiefe zunimmt, und die in Spalte 16 mitgeteilten Zahlen sich meistens (mit Ausnahme des Donauschiffs) auf die größte zulässige Tauchtiefe beziehen, die den Bauentwürfen nicht immer zugrunde gelegt wird. Für Tauchtiefen, die etwa um 0,25 m kleiner sind, nimmt der Völligkeitsgrad zuweilen (namentlich bei Schiffen mit Keilformen) schon um 0,02 ab. Da die neu eingeführten Eichordnungen im allgemeinen überall die größte zulässige Tauchtiefe vorschreiben, wird man sich daran gewöhnen müssen, auch den Völligkeitsgrad der Verdrängung künftig für diese Eintauchung zu berechnen und anzugeben.

Mit abnehmender Völligkeit des Schiffskörpers nimmt sein Widerstand bei der Fortbewegung ab und die Steuerfähigkeit zu, die letztere namentlich, wenn das Hinterschiff eine möglichst schlanke Form hat. Von Wichtigkeit zur Beurteilung dieser Frage dürfte der Völligkeitsgrad der Leerebene (Spalte 13) sein, zumal sie bei der Eichung genau gemessen wird. Deren Völligkeitsgrad schwankt im allgemeinen bei den Flußschiffen zwischen 0,79 und 0,86 (nur das Elbschiff hat 0,9), bei den Fluß- und Kanalschiffen zwischen 0,9 und 0,92 (nur das Dortmund-Ems-Kanalschiff mit Keilform hat 0,81): Die ersteren sind also in der Regel für die Fortbewegung vorteilhafter gebaut, namentlich das Donauschiff und das Weserschiff. Dies ist überhaupt das am schärfsten gebaute Schiff, aber hinsichtlich des toten Gewichts dem Donauschiff nachstehend.

Die Entwicklung der verschiedenen Bug- und Heckformen unter der obersten Wasserlinie ohne Rücksicht auf Lehnung, Kimmung und Bodensprung ist in Abb. 226 dargestellt: Die Skizzen auf der linken Seite sind die Grundformen, die auf der rechten Seite die verfeinerten Formen.

Die Grundform I, der Kasten, ist ein rechtwinkliges Prisma, das durch eine senkrechte, ebene Fläche abgeschnitten ist. Man findet sie als Heck bei der Kadole (27), die zwei Steuerruder führt, damit das strömende Wasser die Ruderblätter erreichen kann. Verbessert man die Form (wie im Grundriß punktiert angedeutet) durch Abrundung der senkrechten Kanten nach einem Viertelkreis, so erhält man die Penische (25). Eine Verfeinerung erhält man durch geringe Zusammenziehung der Bordwände, die am Boden stärker ist als in der obersten Wasserlinie: das ist das Spiegelheck des St. Dizier-Schiffes (Abb. 122), bei dem dann ein Ruder genügt.

Den großen Widerstand, den eine senkrecht zur Strömung oder zur Bewegungsrichtung stehende ebene Fläche erfährt, sucht man durch Anordnung von geneigten Flächen zu vermindern, die entweder zur Wasserlinie und zum Boden oder zur senkrechten Mittelebene und zu den Bordwänden geneigt sind. So erhält man neue Formen.

Die Grundform II, der Prahm, entsteht, wenn das prismatische Mittelschiff durch eine zur Wasserlinie und zum Boden geneigte ebene Fläche abgeschnitten wird. Die Form wird durch Abrundung der wagerechten Knick-

linie des Bodens und durch geringe Zusammenziehung der Borde verbessert, wie wir es bei Fährprähmen und auch bei dem Margotat (49) finden. Wenn der Boden gekrümmt aufwärts geführt, und die Bordwände gekrümmt etwas

Abb. 226. Entwicklung der Bug- und Heckformen.

zusammengezogen werden, entsteht die verfeinerte Form, die man als Bug der Kadole (27), als Bug und Heck des Waidlings (24), als Bug der Pünte (37) und als Heck des Trauners (48) erkennt.

Die Grundform III, der Keil, entsteht, wenn man das prismatische Mittelschiff durch zwei senkrechte ebene Flächen abschneidet, die zur senkrechten Mittelebene des Schiffes und zu den Bordwänden geneigt sind. Die senkrechte Schnittlinie dieser Flächen wird als Steven ausgebildet. Mit Abrundung der beiden seitlichen Kanten findet man diese einfache Keilform, z. B. am Heck der Pünte (37) und am Bug und Heck der rußischen Kolomenka (53). Durch Vorschiebung der Ebene der obersten Wasserlinie gegen den Boden wird die Form verbessert, wobei man einen geneigten oder etwas gekrümmten Steven erhält, wie man ihn z. B. beim Bug des Reisekahns (1), beim Boidack (2) und bei der Wittinne (3) sieht. Durch noch weiteres Hinausschieben der obersten Wasserlinie kommt man zu der Heckform der hölzernen Oder- und Elbschiffe (z. B. 7), unter deren schräg gestelltem Hintersteven das Wippruder seinen Platz findet.

Die Keilform mit senkrechtem Steven wird namentlich beim Eisen- und Stahlbau dadurch verfeinert und verschärft, daß man der obersten Wasserlinie eine größere Völligkeit gibt als der mit Gegenkrümmung entworfenen Bodenlinie. Die auf diesen beiden Linien sich bewegende Leitlinie (Spant) ist in der Regel etwas gekrümmt und zwar, wie der skizzierte Querschnitt (Spantenriß) zeigt, beim Bug meistens nach innen hohl und beim Heck oft mit Gegenkrümmung. Diese scharfe Form ist sehr verbreitet: Bei den stählernen Rhein- Weser- und Allerschiffen, beim Donauschiff, bei den keilförmigen Schiffen des Dortmund-Ems-Kanals, beim Heck des Rhoneschiffs und bei der sowohl aus Holz wie aus Stahl gebauten russischen Barsche (51).

Bei der Grundform IV wird das prismatische Mittelschiff durch einen Halbzylinder abgeschlossen, wie man z. B. beim Heck des Maasspitz (35) und am Bug und Heck der russischen Barke (52) erkennt. Durch leichte Zuspitzung und Vorschiebung des senkrechten Stevens wird die Form verbessert. Ein Beispiel dazu bietet der Bug des hölzernen Oderschiffs (7). Zuweilen verfeinert man die Form, ähnlich wie bei der Keilform, indem man der obersten Wasserlinie eine größere Völligkeit gibt als der Bodenlinie. Man findet dies beim Heck des Klodnitz-Kanalschiffs (10), des hölzernen Neckarschiffs (28) und des hölzernen Mainschiffs (30). Oft schiebt man auch die oberste Wasserlinie etwas verschärft und zugespitzt weiter über die Bodenlinie hinaus (siehe linke Seite der Abb.) und bekommt dadurch einen geneigten, meistens etwas gekrümmten Steven. Dies ist eine übliche Bugform bei Oder- und Elbschiffen, die aus Holz oder aus Stahl mit hölzernem Boden gebaut sind (z. B. 8 und 9). Auch der Maasspitz (35) hat einen ähnlichen Bug. Wenn man den Halbkreis durch zwei anders gekrümmte Linien ersetzt, die sich am Steven schneiden, dann geht diese Form in die Keilform über.

Die Grundform V, die Kaffe, ist durch Vereinigung der Prahmform mit der Keilform entstanden. Mit leichter Abrundung der beiden senkrechten Kanten finden wir sie bei den Zillen (5), mit geringer oder starker Abrundung der wagerechten Bodenkante bei dem Oderkahn mit Kaffen (6) und bei dem

Bug des Trauners (48). Durch Abrundung der beiden Seitenwände der Kaffe (bei *a* im Querschnitt) wird eine weitere Verbesserung erreicht, die sich beim Bug der hölzernen Aak (16), des oberrheinischen Holzschiffs (23), des hölzernen Neckarschiffs (28) und des hölzernen Mainschiffs (30), beim Bug und Heck des Lahnschiffs (32), beim Heck des Saarschiffs (34) und beim Bug und Heck des Weserbocks (40) zeigt. Durch weitere Verfeinerung entsteht die Löffelform, die durchweg gekrümmte Flächen hat (Skizze A), und oft mit einem gekrümmten Steven versteift wird. Wir finden sie am deutlichsten am Bug des Saarschiffs (34) und bei dem Dortmund-Ems-Kanalschiff mit Löffelformen (39).

Die Linienrisse, die für die zuletzt erwähnten beiden Schiffe bereits früher (S. 310 und S. 316) mitgeteilt wurden, sind zur vollständigen Beurteilung der Bug- und Heckformen unbedingt nötig. Wie sie entworfen werden, ist bereits (S. 244) erklärt worden. Für die wichtigsten Schiffsformen sollen einige Linienrisse beschrieben werden.

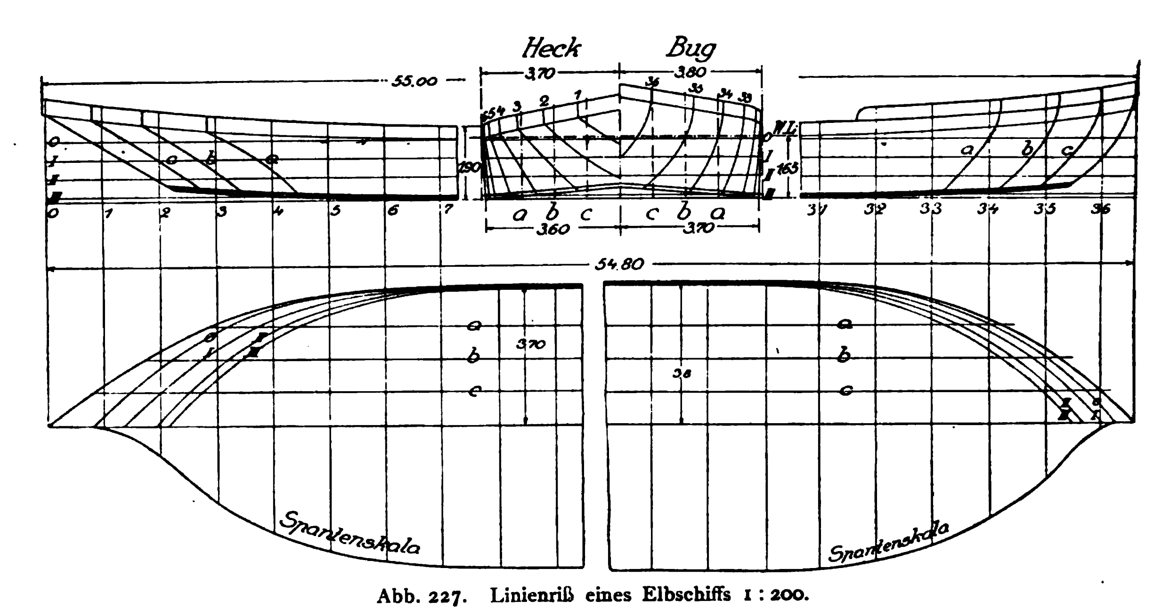


Abb. 227. Linienriß eines Elbschiffs 1 : 200.

a) Linienriß eines Elbschiffs (Abb. 227), das aus Stahl mit hölzernem Boden gebaut ist. Es hat scharfe Kimm, Lehnung (20 cm), Ablauf des Mittelschiffs (20 cm) und Bodensprung (vorne und hinten je 25 cm). Die Länge über alles beträgt 55 m, im Boden 49,9 m; bei 1,65 m Tauchtiefe ist die Tragfähigkeit 450 t. Der Bug zeigt einen stark gekrümmten Vorsteven und im oberen Teile angenäherte Löffelform (verfeinerter Halbzilinder), das Heck hat einen schräg gestellten Hintersteven und verbesserte Keilform. Das Hinterschiff ist stark zugeschärft, so daß eine gute Steuerfähigkeit erreicht wird.

b) Linienriß eines Weserschiffs (Abb. 228), der zu dem unter 41 beschriebenen Lastschiff gehört, wo die Abmessungen angegeben sind. Das Schiff hat weder Bodensprung noch Ablauf, aber gleichfalls scharfe Kimm und schwache Lehnung (10 cm). Vor- und Hinterschiff haben scharfe Keilformen. Der Entwurfs-Tiefgang ist 1,88 m angenommen. Im Spantenriß sind 5 Wasserlinien in Abständen von 47 cm angeordnet, von denen die unterste im Boden liegt. Der Völligkeitsgrad der Verdrängung beträgt bei diesem Tiefgange etwa 0,8.

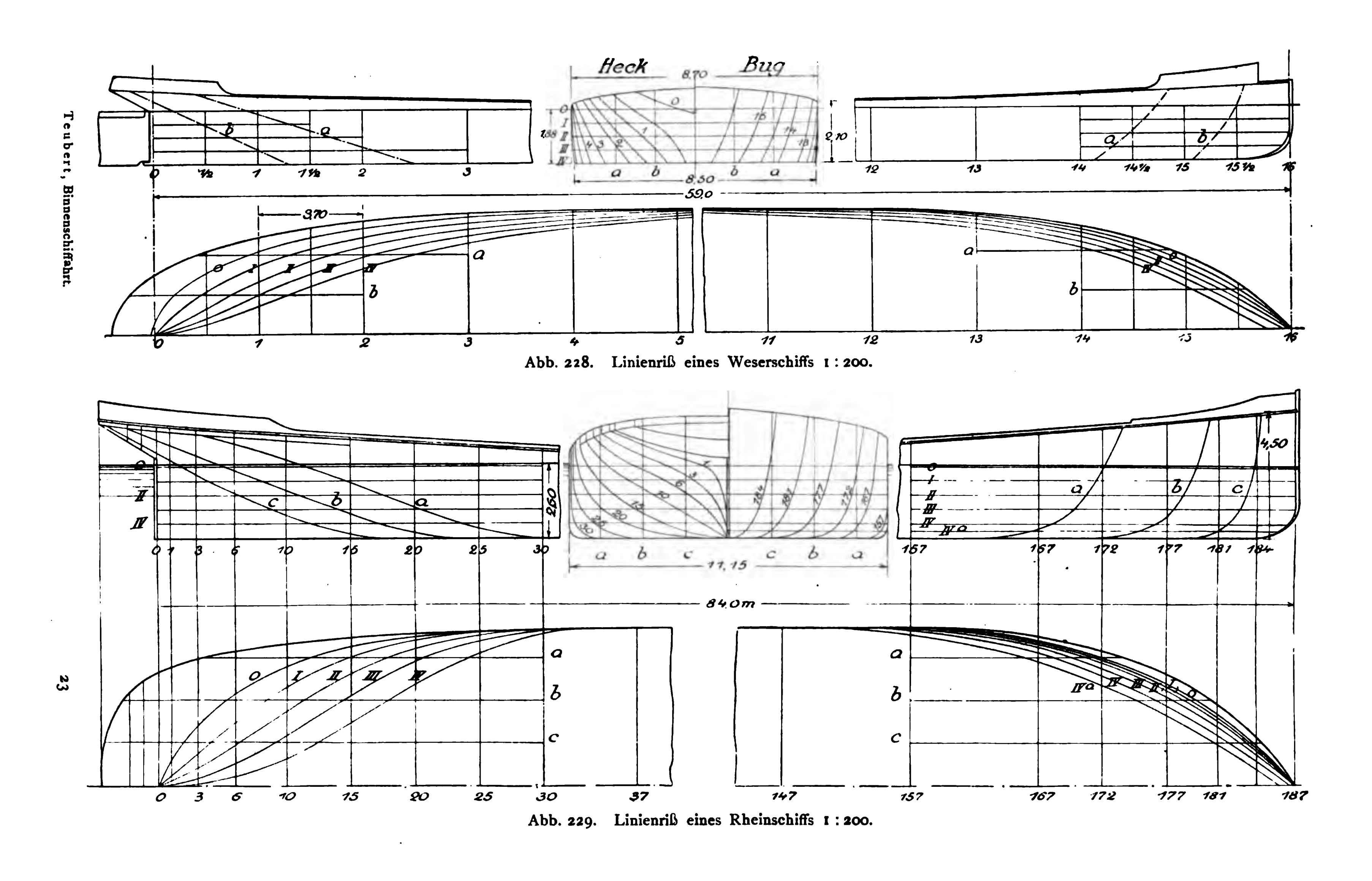


Abb. 228. Linienriß eines Weserschiffs 1:200.

Abb. 229. Linienriß eines Rheinschiffs 1:200.

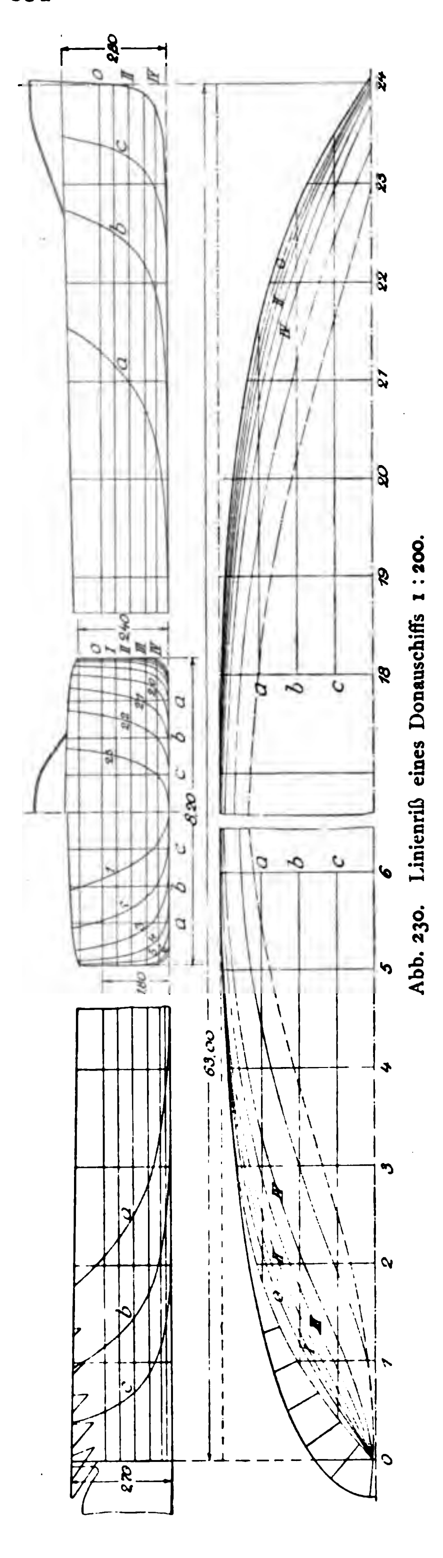


Abb. 230. Linienriß eines Donauschiffs 1 : 200.

c) Linienriß eines Rheinschiffs (Abb. 229), der zu dem unter 21 beschriebenen Lastschiff gehört. Das Schiff hat keinen Bodensprung, keinen Ablauf, keine Lehnung und runde Kimm. Vor- und Hinterschiff haben gleichfalls Keilformen, die hinten besonders scharf ausgebildet sind. Im ganzen sind die Formen aber völliger als beim Weserschiff: Der Völligkeitsgrad der Verdrängung ist für die dem Entwurf zugrunde gelegte Tauchtiefe von 2,6 m etwa 0,84. Es sind 5 Wasserlinien in Abständen von je 52 cm gezeichnet, von denen Nr. IV der runden Kimm wegen 52 cm über dem Boden liegt. Um aber im Vorschiff den unteren Verlauf der Spanten deutlicher zu machen, ist im Abstande von 26 cm über dem Boden noch eine Hilfswasserlinie (IV^a) gelegt worden. Zu beachten ist der auffallend große Sprung im Deck, namentlich am Bug.

d) Linienriß eines Donauschiffs (Abb. 230), der zu dem unter 45 beschriebenen Schiffe gehört. Es hat gleichfalls keinen Bodensprung, keinen Ablauf, keine Lehnung, runde Kimm und im Vor- und Hinterschiff Keilformen. Im Boden ist es so scharf wie das Weserschiff, in den Spanten aber völliger. Bei der Tauchtiefe von 1,8 m ist der Völligkeitsgrad der Verdrängung etwa 0,82. Es sind 5 Wasserlinien gezeichnet, von denen die oberen O, I, II, III einen Abstand von je 40 cm, IV einen solchen von 30 cm hat und 30 cm über dem Boden liegt. Die noch im Abstande von 15 cm über dem Boden angenommene Hilfswasserlinie ist der Deutlichkeit wegen in dem Spantenriß und in dem Längsriß des Vorschiffs fortgelassen. Beachtenswert ist der sehr geringe Sprung des Decks und der Ersatz des übergebauten Hecks durch eine auf Konsolen ausgekragte Verlängerung und Verbreiterung des Decks.

Linienrisse von Dortmund-Ems-Kanalschiffen: e) mit Keilform (Abb. 231) und f) mit Löffelform (Abb. 232). Beide Schiffe haben zwischen den Loten 63 m Länge, eine größte Breite von 8,1 m und bei 2,07 m Tauchtiefe eine Wasserverdrängung von 900 t, also einen Völligkeitsgrad von 0,85. Die Formen lassen sich mithin gut vergleichen. Das Schiff mit Keilform weicht von dem oben beschriebenen Rheinschiff nicht wesentlich ab. Ein löffelförmiges Schiff ist schon bei 39 in seinen Linienrissen dargestellt worden. Vergleicht man die Wasserlinien, so erkennt man, daß das hier in der Abbildung 232 gezeichnete Schiff viel schlankere Formen zeigt und das Versuchschiff »Emden« nicht ganz mit Unrecht plump genannt wird. Jenes Schiff hat bei einer Tauchtiefe von 2 m eine etwas größere Länge (65,6 m), eine größere Verdrängung (944 t) und einen Völligkeitsgrad der Verdrängung von rund 0,89. Wenn auch die Löffelform des hier gezeichneten Schiffes

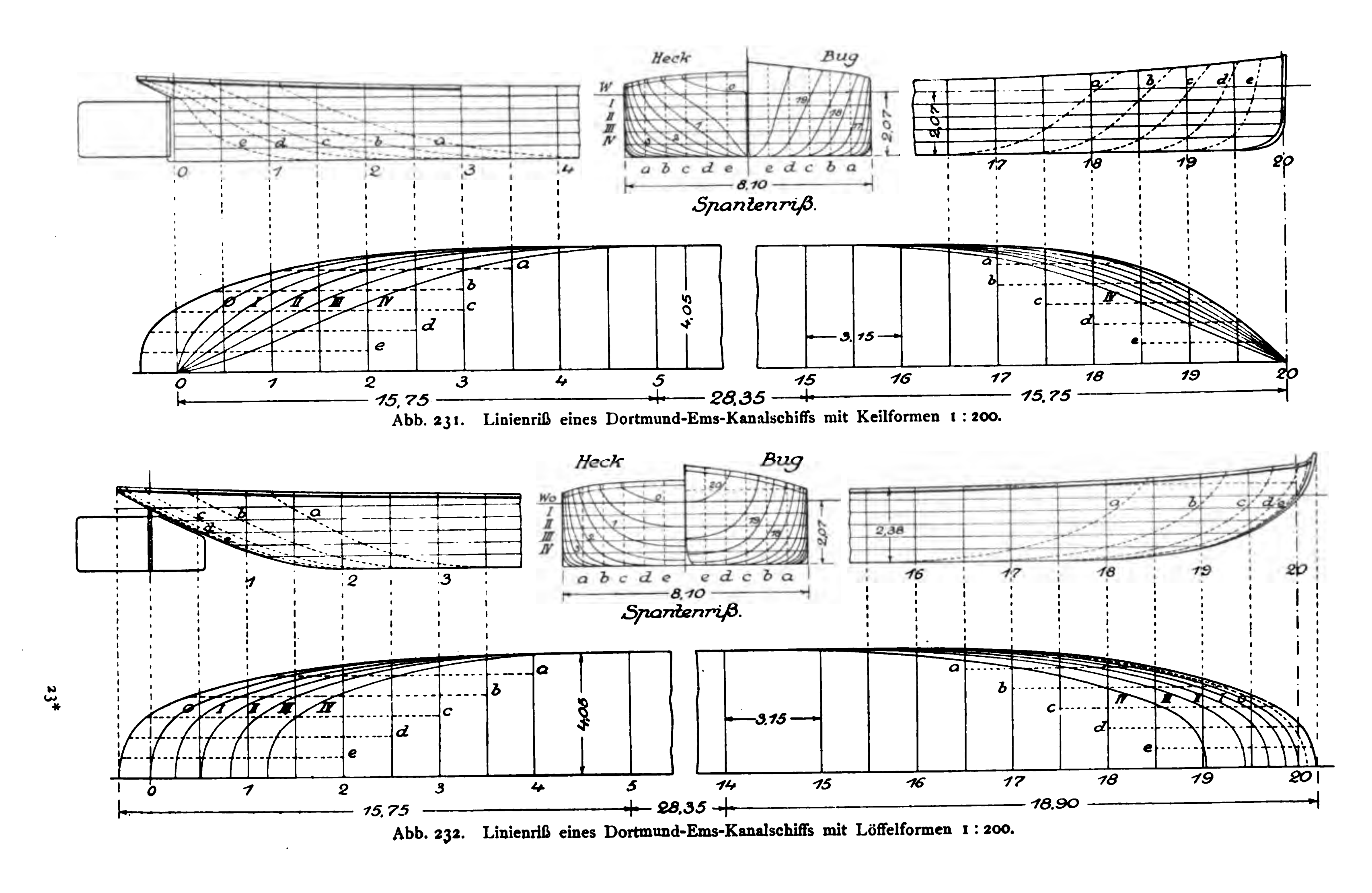


Abb. 231. Linienriß eines Dortmund-Ems-Kanalschiffs mit Keilformen 1 : 200.

Abb. 232. Linienriß eines Dortmund-Ems-Kanalschiffs mit Löffelformen 1 : 200.

etwas abweicht, indem der Löffel gewissermaßen etwas tiefer ist als bei jenem, so stimmen doch die Wasserlinien insofern überein, als sie in beiden Beispielen die senkrechte Mittelebene des Schiffes (im Spantenriß) rechtwinklig schneiden. Klepsch[1], der die Einführung der Löffelform auf der Oder und der Elbe sehr gefördert hat, gibt seinen Vor- und Hinterschiffen etwas abweichende Formen, indem er die Wasserlinie sich in den Stevenlinien spitzwinklig schneiden läßt, wodurch die Löffel unten einen Grat bekommen. (Vgl. Querschnitt B der Grundformen in Abb. 226.)

g) Linienriß eines Oderschiffs mit Löffelformen nach Klepsch (Abb. 233). Klepsch verlangte für Vor- und Hinterschiff eine »Form, welche die Stromfäden, sie mögen kommen, von welcher Richtung sie wollen, in den möglichst spitzen Winkeln aufnimmt und in den stumpfesten Winkeln abgleiten läßt, und welche der Wassermasse gestattet, sich möglichst ohne Wirbel- und Kolkbildung schnell hinter dem Schiffe zu schließen«. Er empfiehlt daher »die ungefähre Form des Ellipsoids oder des Paraboloids am Vor- und Hinterschiff, welche durch die prismatische Form des Mittelschiffs tangiert wird«. Als mittlere Wasserlinie zwischen dem Boden und der obersten Wasserlinie wählt er die Form einer Antifriktionskurve. Das dargestellte Oderschiff hat 50 m Länge über alles, 6 m größte Breite und 1,8 m Seitenhöhe. Der gerade Boden endigt bei etwa $^1/_{13}$ der Länge (3,85 m) hinter dem vorderen und bei etwa $^1/_{12}$ der Länge vor dem hinteren Lot (4,15 m), damit das Hinterschiff schärfer als das Vorschiff wird. Die Bodenlänge ist dann 42 m. Der vorderste und hinterste Teil des Bodens soll auf etwa 3 m Länge noch um 100 mm gehoben werden und an diese geneigten Linien schließt sich tangential die Krümmung der Steven an. Es ist eine runde Kimm mit 250 mm Halbmesser angeordnet, die auf $^1/_3$ der Schiffslänge gleichlaufend entworfen ist und dann in die Zuschärfung des Bodens übergeht. Der Linienriß ist für einen Tiefgang von 1,5 m gezeichnet und unter der obersten Wasserlinie sind in gleichen Abständen (von 37,5 cm) noch drei angeordnet. Zwischen der Wasserlinie III und dem Boden ist eine Hilfswasserlinie IIIa eingeschaltet. Die Wasserlinie III empfiehlt Klepsch von $^1/_3$ der Schiffslänge ausgehen zu lassen (etwa bei Spant 11) und ihr eine solche Form zu geben, daß sie im Vorschiff im Abstande von 3,85 m vom vorderen Lot um $^1/_5$ der Schiffsbreite, im Abstande 6,25 m um $^1/_3$ der Schiffsbreite von der Mittelebene entfernt ist und im Hinterschiff diese Maße in Abständen von 4,4 m und von 7,2 m vom hinteren Lot erreicht. Das dargestellte Schiff hat auf diese Weise bei 1,3 m Tauchtiefe einen Völligkeitsgrad der Verdrängung von 0,8 m und bei 1,5 m Tauchtiefe einen solchen von etwa 0,81 bekommen. Das tote Gewicht dieses Schiffs wird zu 57,5 t und der Leertiefgang zu 27 cm angegeben. Schiffe dieser Form verkehren zahlreich auf Oder und Elbe.

Die Frage, ob die Löffelform oder die Keilform den Vorzug verdient, ist oft erörtert worden. Da ein Schiff mit Löffelform bei allen Wendungen am Vor- und Hinterschiff den Wasserfäden gekrümmte und geneigte Flächen entgegensetzt, so ist nicht zu bezweifeln, daß es sich leichter dreht, schneller dem Ruder folgt und daß zur Bedienung des Steuerruders eine geringere Kraft aufzuwenden ist. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß solche Schiffe in Schleppzügen, namentlich wenn sie nicht enge, sondern in größeren Abständen gekuppelt sind, leicht ins Gieren kommen und dadurch den Schleppwiderstand vermehren. Sie sind dann, besonders in Kanälen, schwer in der Fahrtrichtung (im Kurs) zu erhalten. Die am Dortmund-Ems-Kanal gemachten Erfahrungen haben dies bestätigt. Es wird sich die Löffelform deshalb für allein fahrende Schiffe und, bei breitem Fahrwasser, auch für geschleppte Schiffe empfehlen, wenn der Schleppzug so wie auf dem Rhein ausgeübt wird, daß jedes Schiff an besonderem Schlepptau seinen eigenen Kurs steuert. Ob die Löffelform oder die Keilform an sich der Fortbewegung einen größeren Widerstand bietet, kann allgemein nicht entschieden werden.

1) Klepsch, Der Flußschiffbau, Weimar 1893. Nach Mitteilung von R. Haack (Schiffswiderstand und Schiffsbetrieb) sollen Löffelformen schon vor vielen Jahren in England bei flachgehenden Schiffen für indische Flüsse angewendet worden sein. Auch soll der Stettiner Vulkan schon im Jahre 1863 solche Schiffe gebaut haben.

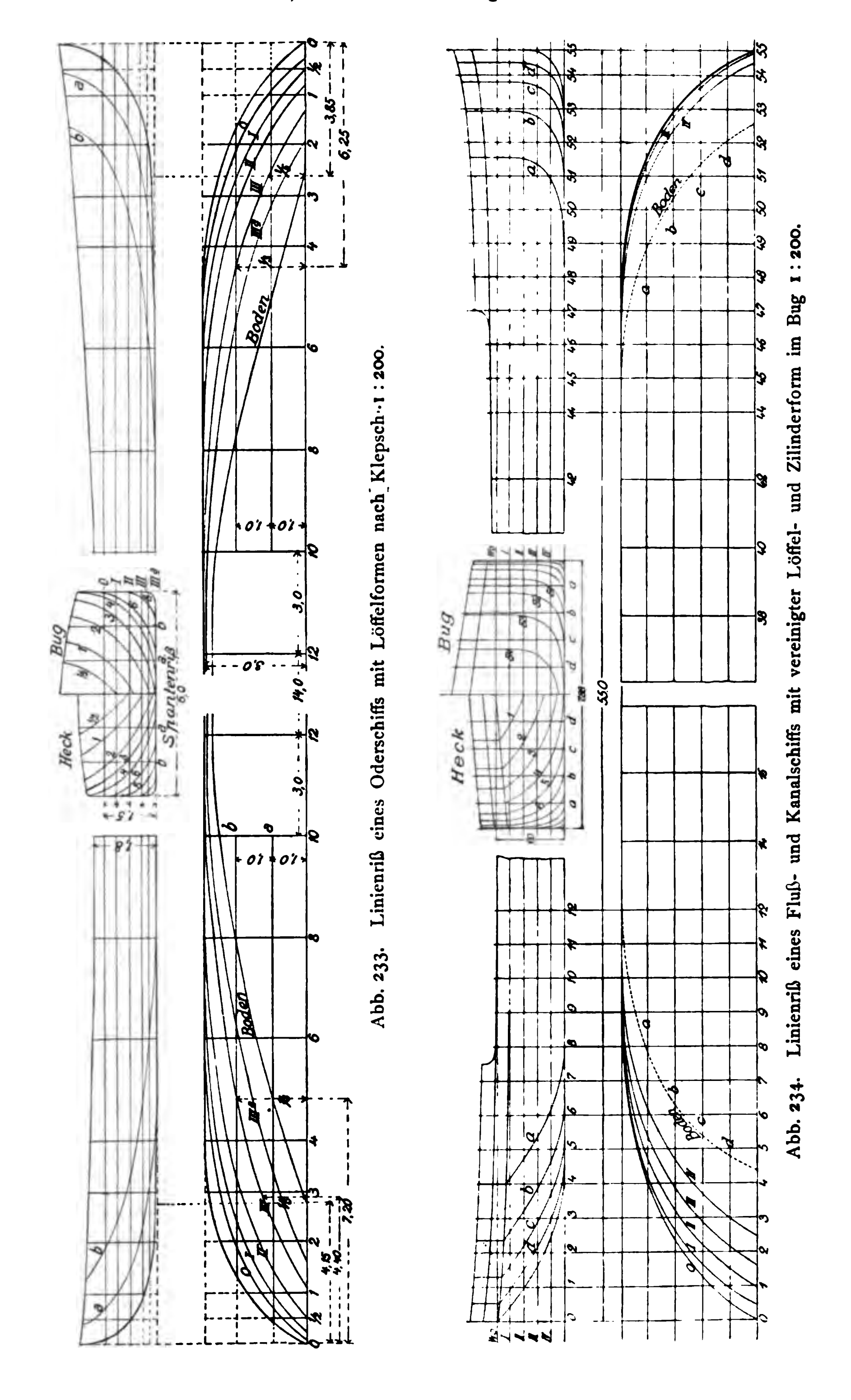


Abb. 233. Linienriß eines Oderschiffs mit Löffelformen nach Klepsch. 1 : 200.

Abb. 234. Linienriß eines Fluß- und Kanalschiffs mit vereinigter Löffel- und Zilinderform im Bug 1 : 200.

h) Linienriß eines Fluß- und Kanalschiffs mit vereinigter Löffel- und Zilinderform am Bug (Abb. 234). Das Bestreben, eine möglichst große Völligkeit mit geringem Widerstand bei der Fortbewegung und mit guter Steuerfähigkeit zu verbinden, hat in neuerer Zeit auf den östlichen Wasserstraßen zu dieser beachtenswerten Form geführt. Der obere Teil des Bugs zeigt eine schwach zugeschärfte zilindrische Form mit geradem Steven, an die sich unten eine Löffelform anschließt. Der dargestellte Linienriß gehört zu dem, in den Abbildungen 35 bis 39 mitgeteilten, offenen stählernen Oderschiff nach Breslauer Maß. Das Hinterschiff hat flache Löffelform. Unter der, einer Tauchtiefe von 2 m entsprechenden, obersten Wasserlinie sind noch 4 Wasserlinien in Abständen von je 40 cm angeordnet, so daß die Wasserlinie IV gleichfalls 40 cm über dem Boden liegt. Infolge der zilindrischen Form fallen die oberen Wasserlinien im Vorschiff (Decklinie, O, I u. II) zusammen. Etwa von der Wasserlinie II abwärts beginnt die Löffelform. Im Hinterschiff bewirkt die flache Löffelform ein sehr gleichmäßiges, ruhiges Zuströmen des Wassers zum Ruderblatt. Diese Schiffsform hat sich bewährt.

Ob die Kimm scharf oder rund zu machen ist, hängt von den Umständen ab. Durch die Abrundung der scharfen Kanten des Schiffskörpers wird zweifellos der Widerstand vermindert und die Steuerfähigkeit verbessert. Allein fahrende Schiffe, namentlich Dampfer und auch Segler sollten daher stets mit runder Kimm gebaut werden. Für Schiffe im Schleppzuge können diese günstigen Wirkungen aber, ebenso wie die Löffelformen, unter Umständen dahin führen, daß die Schiffe leicht ins Gieren kommen. Man kann das besonders an einem Schleppzuge von leeren Schiffen beobachten, wo es auch ohne Seitenwind schwer ist, genau den Kurs einzuhalten oder, wie der Schiffer sagt, die Schiffe »ständig« zu halten. In schmalem Fahrwasser und in einem Kanal ist das Gieren sehr nachteilig und unter Umständen gefährlich. Man wollte den vorwiegend dort verkehrenden Schiffen deshalb mittschiffs eine scharfe Kimm geben, die an dieser Stelle den Schleppwiderstand nicht erheblich vermehren dürfte. Eine scharfe Kimm am Bug oder Heck, wie man sie bei Schiffen mit Holzboden antrifft, ist zu verwerfen. Das Oderschiff, dessen Linienriß soeben beschrieben wurde (Abb. 234) hat im Mittelschiff eine scharfe Kimm, im Vor- und Hinterschiff aber am Boden Löffelformen und scheint deshalb empfehlenswert. Bei runder Kimm darf der Halbmesser der Rundung nicht zu groß gewählt werden, weil man sonst zu viel Verdrängung, mithin Tragfähigkeit verliert und einen größeren Leertiefgang bekommt. Das ist besonders unwirtschaftlich bei Kanalschiffen. Die Anordnung bei vielen Schiffen auf dem Dortmund-Ems-Kanal, die Kimm mit Halbmessern von 500 bis 800 mm abzurunden, ist darum nicht zweckmäßig. Bei Kanalschiffen dürften Halbmesser von 200 bis 250 mm, bei großen Rheinschiffen 300 bis 400 mm genügen.

Die Lehnung, die zuweilen noch in einzelnen Stromgebieten (z. B. Elbe und Weser) vorkommt, kann nicht befürwortet werden. Sie ist wohl eine Erinnerung an die älteren Segelboote. Der Grundgedanke, beim Kreuzen des Stromes den Wasserfäden eine geneigte Fläche entgegenzustellen, die weniger stark angegriffen wird, ist beim Schleppbetriebe ziemlich bedeutungslos, zumal in Rücksicht auf die Nachteile dieser Anordnung, die im Verlust an nützlicher Verdrängung und somit an Tragfähigkeit bestehen. Bei Schiffen, deren Abmessungen durch Schleusen beschränkt sind, findet man selten eine Leh-

nung; auch im Rheingebiet wird sie beim Bau in Eisen und Stahl nicht mehr ausgeführt.

Der Ablauf des Mittelschiffs dürfte gleichfalls für alle Lastschiffe ohne eigene Triebkraft zu verwerfen sein. Er ist wohl aus der Zeit der Segelschiffahrt zurückgeblieben: Damals gab man dem Schiffe dort, wo der Mast stand, (»Brust«) einen besonders breiten Querschnitt. Wenn es richtig ist, wie bisher allgemein angenommen wurde, daß der Schiffswiderstand mit der Größe des eingetauchten Hauptspant-Querschnitts zunimmt, dann muß dieser Ablauf für einen Fehler erachtet werden, weil dadurch die Querschnitte verschieden groß werden. Es wird zuweilen behauptet, daß Schiffe mit Ablauf sich namentlich bei der Talfahrt mit der Strömung leichter steuern; doch ist das wohl kaum erwiesen und gleicht den Verlust an Schleppkraft bei der Bergfahrt nicht aus. Am Rhein verschwindet der Ablauf bei den neuen Schiffen immer mehr; aber auf der Elbe findet man ihn noch häufig. (Vgl. die Bauregeln für die Oder von 1889, Seite 276.)

Auch der Sprung im Boden, das »Heben« des Bodens im Vor- und Hinterschiff um 100 bis 250 mm, was sowohl bei den Lastschiffen auf den östlichen deutschen Wasserstraßen als auch bei den elsässischen und französischen Kanalschiffen noch üblich ist, kann nicht empfohlen werden. Vielleicht wird dadurch eine kleine Verbesserung der Steuerfähigkeit, kaum aber eine Verminderung des Widerstandes erreicht. Dagegen ist der Sprung im Vorschiff nachteilig, da ein solches Schiff, wenn es auf eine Untiefe gerät, sich leicht daran festsaugt und schwer abzubringen ist. Im Hinterschiff verliert man dadurch unter Umständen an nutzbarer Höhe für das Ruder. Im Rheingebiet, an der Weser, der Aller, der Donau und am Dortmund-Ems-Kanal macht man den Schiffsboden gerade und das verdient den Vorzug.

Der Sprung des Decks (und des Bordgangs) wird namentlich bei den Rhein- und Elbschiffen oft übertrieben, so daß die Höhe des Vorstevens fast gleich der doppelten kleinsten Seitenhöhe im Mittelschiffe gemacht wird. Während die Decklinie bei den Lastschiffen auf den östlichen Wasserstraßen sowie auf der Weser meistens auf der größten Länge des Mittelschiffs wagerecht verläuft und erst am Vor- und Hinterschiff nach den Steven ansteigt, bleibt sie bei den Rheinschiffen kaum auf einem Drittel der Länge wagerecht. Dies fällt bei den letzteren um so mehr auf, als die starke Krümmung auch auf die Luken übertragen wird, während bei den anderen Lastschiffen die Firstlinie des Verdecks meistens wagerecht angeordnet ist. Die Frage, ob dieser starke Sprung des Decks berechtigt und durch Rücksichten auf die Festigkeit, auf den Betrieb oder auf die Raumverwendung begründet ist, muß verneint werden. Es scheint lediglich eine Erinnerung an das Seeschiff, an das alte Segelschiff zu sein. Was aber im Kampf gegen die Meereswellen vielleicht angebracht ist, paßt nicht für das Binnenschiff. Wenn man etwa die Wohnräume vergrößern will, so sind Aufbauten auf Deck ein bequemeres und wohlfeileres Mittel. Um die Anker genügend hoch über Wasser heben zu

können, hat man die Ankerkrane. Um dem Steuermann einen erhöhten Platz zu schaffen, braucht man nur den Steuerstuhl höher zu machen. Für die sonstigen Hantierungen auf dem Vor- und Hinterdeck mit Schiebestangen, Schorrbäumen, Schrecken u. dgl. ist eine niedrigere Lage bei weitem zweckmäßiger und gegen die gelegentlich überspritzenden Wellen bildet das Schanzkleid einen genügenden Schutz. Die hohen Vor- und Hinterdecks bilden nicht nur eine Verschwendung an Baustoffen, sondern sind auch für die Festigkeit des Schiffskörpers nachteilig. Wie bei den Betrachtungen über die Festigkeit (S. 247) im allgemeinen entwickelt worden ist, werden durch die großen Gewichte des Vor- und Hinterschiffs, die durch die entsprechenden kleinen Raumteile ihrer Verdrängung nicht ausgeglichen werden, große Beanspruchungen des Schiffskörpers in seiner Längsachse hervorgerufen, die noch zunehmen, je mehr man diese Teile durch Aufbauten u. dgl. belastet[1]. Außerdem ist es ein technischer Fehler, wenn man einem Balken von gleicher Festigkeit in der Mitte eine geringere Höhe gibt als an den Enden. Tatsächlich haben die Rheinschiffe und zum Teil auch die Elbschiffe gerade in der Mitte, wo die Angriffsmomente der äußeren Kräfte am größten sind, die geringste Höhe. Wenn man auch die Blechstärken der Außenhaut, des Stringers usw. im Mittelschiff erheblich stärker wählt als an den Enden, so ist dies doch nur ein dürftiges und wieder mit Stoff- und Gewichtsverschwendung verbundenes Mittel, um den technischen Fehler wieder gut zu machen. Ein richtig gebautes Lastschiff sollte mittschiffs die größte Höhe haben, mindestens aber in ganzer Länge eine wagerechte Decklinie: Dann könnte bei guter Berechnung an Baustoff, Gewicht und Leertiefgang eine Verminderung erreicht werden. Der Einwurf, daß die geschwungene Schiffsform einen gefälligen Anblick gewähre, daß also Rücksicht auf Schönheit obwalte, kann nicht aufrecht erhalten werden; denn in den Augen des Ingenieurs oder des technisch gebildeten Laien ist nur das schön, was den Gesetzen der Festigkeit und Zweckmäßigkeit entspricht. Wenn man die oben dargestellten Lastschiffe von der Donau und der Rhone, sowie das Elbschiff mit festem Deck betrachtet, die alle eine ziemlich wagerechte Decklinie zeigen, so kann man nicht sagen, daß diese Schiffe häßlich sind. Wenn man den Rheinschiffen in der Mitte eine um etwa 300 mm größere Bordhöhe und eine durchlaufende wagerechte Decklinie geben würde, so wäre bei unveränderter Tragfähigkeit und bei vermehrter Festigkeit auch der jetzige Übelstand beseitigt, daß bei der Fahrt das Wasser über den Bordgang spült, so daß der Verkehr der Schiffsmannschaft durch das Wasser stattfindet. Dies ist auch eine überlieferte Eigentümlichkeit, der die innere Berechtigung abgesprochen werden muß. Es ist übrigens nicht zu verkennen, daß ein Teil der in neuester Zeit gebauten Rheinschiffe einen etwas geringeren Sprung zeigt.

Ob das weit übergebaute Heck, wie es am Rhein, an der Weser und

1) Vgl. auch R. Haack, Schiffswiderstand und Schiffahrtbetrieb, S. 108.

am Dortmund-Ems-Kanal üblich ist, besondere Vorteile bietet, ist zweifelhaft. Es dürfte von den Seeschiffen übernommen sein, wo es unter anderem auch den Zweck hat, das Ruder vor Beschädigungen, besonders in den Häfen, zu schützen. Bei der Binnenschiffahrt kann wegen der großen Länge der Ruderblätter dieser Zweck damit nicht erreicht werden. Man erhält außerdem durch das übergebaute Heck eine bequeme große Deckfläche im Hinterschiff zur Aufstellung der Ankerwinden und der Steuervorrichtung. Dagegen wird durch diesen Bau nicht nur eine beträchtliche Vermehrung der Kosten, sondern auch eine für die Festigkeit des Schiffes nachteilige Belastung des Hecks hervorgerufen. Alle diese Schiffe sind steuerlastig. Bei dem Donauschiff (45) ist eine andere Lösung versucht worden. Es ist aber zu erwägen, ob die den Decküberbau tragenden Konsolen ohne Blechverkleidung nicht Veranlassung zu gegenseitigen Beschädigungen der Schiffe, besonders in den Häfen, geben können.

Die Festigkeit der vorstehend beschriebenen Lastschiffe würde man in endgültiger Weise nur miteinander vergleichen können, wenn man nach der im ersten Abschnitte dieses Teils gegebenen Anleitung für jedes eine genaue Berechnung durchführt und die wirklich eintretenden Beanspruchungen der einzelnen Bauteile ermittelt. Diese Rechnungen durchzuführen und mitzuteilen, entspricht jedoch nicht dem Zweck dieses Buches. Es wird genügen, nach allgemeinen technischen Grundsätzen die Festigkeit der verschiedenen Bauweisen zu beurteilen.

Eine ungenügende Festigkeit des Schiffes macht sich dadurch bemerklich, das es bei wechselnder Belastung und Beanspruchung (z. B. im Schlepptau) seine ihm ursprünglich gegebene Form vorübergehend oder dauernd verliert. Daß sich z. B. der Boden der beladenen Lastschiffe in der Mitte nach unten durchbiegt, ist eine bekannte Erscheinung. Bei guten stählernen Schiffen beträgt diese Durchbiegung 4 bis 8 cm, bei weniger festen bis zu 10 cm und bei hölzernen Schiffen bis zu 15 cm. Es kommt dabei auf eine vorsichtige Art der Beladung an, d. h. auf eine richtige Verteilung der Last auf die Länge des Laderaums. Anderenfalls treten viel größere Durchbiegungen ein, die unter Umständen zum Bruch des ganzen Schiffes führen können. Vor 10 Jahren ist z. B. im Ruhrorter Hafen ein in Holland gebautes, ziemlich neues, stählernes, großes Rheinschiff von 675 t Tragfähigkeit bei ungeschickter Entladung mitten durchgebrochen und zugrunde gegangen. Dies Schiff war offenbar nicht genügend fest gebaut. Umgekehrt kommt es vor, daß leicht gebaute ältere Holzschiffe in leerem Zustande eine Durchbiegung in der Mitte des Laderaums nach oben bis zu 5 cm und auch etwas mehr zeigen. Zur Festigkeit gehört, außer genügender Stärke der einzelnen Bauteile und guter Verbindung untereinander, eine zuverlässige Quer- und Längsversteifung, durch die erhebliche Formveränderungen des Schiffskörpers verhindert werden. Die Querversteifung wird, wie wir an den einzelnen Beispielen gesehen haben, durch die Bodenwrangen, die Spanten und Rahmen-

spanten, durch die Duchten und die Schottwände meistens ausreichend bewirkt.

Wichtiger und schwieriger ist die Längsversteifung, namentlich bei offenen Schiffen. Sie wird bei hölzernen Fahrzeugen oft nur allein durch den Boden und die Bordwände dürftig hergestellt, wie z. B. bei den Zillen, den hölzernen Oder- und Elbschiffen, den Pünten usw. Zuweilen verstärkt man den obersten Teil der Bordwände, damit sie gewissermaßen als obere Gurtung wirken, durch eine innere Bohlenverkleidung (Weger oder Remme) und ein kräftiges Schandeck [z. B. beim hölzernen Mainschiff (30) und beim Weserbock (40)] oder durch starke Scheuerleisten (Berghölzer). Es kommen aber auch hölzerne Kielschweine zur Verstärkung des Bodens vor, wie z. B. beim Boidack (2) und bei der russischen Barke (52), die außerdem noch mit je 2 hölzernen Seitenstringern versehen ist. Eiserne und stählerne offene Schiffe werden durch Kielschweine sowie durch starke Stringer und Stringerwinkel versteift.

Die beste Längsversteifung haben die Lastschiffe mit festem Deck: Dann hat man einen hohlen Balken, dessen Festigkeit leicht nach allgemeinen technischen Regeln beurteilt werden kann. Sie ist bekanntlich am größten, wenn mittschiffs der größte Teil der wirksamen Querschnittsflächen oben (Stringer und Deck) und unten (Boden und Kielschwein) möglichst weit von der durch den Schwerpunkt des Balkens gelegten Nullebene (neutrale Faser) angeordnet werden, d. h. die Festigkeit eines solchen Schiffes wächst mit seiner Höhe in der Mitte[1]). Die Rücksicht auf die Ladung verlangt eine Durchbrechung des festen Decks durch Luken und damit eine Schwächung dieses wesentlichsten Teils des Querschnitts. Den Verlust sucht man durch entsprechend starke Luksülle und durch Verstärkung des Decks und der Unterzüge neben den Luken möglichst zu ersetzen. Das kann aber nur bei Luken von geringer Breite, wie z. B. bei dem Donauschiff (45), erreicht werden. Mit größerer Breite der Luken geht das Luksüll in den Tennebaum über, der mithin als eine wichtige Längsversteifung anzusehen ist, da er einen Teil des fehlenden festen Decks ersetzen soll. Die in neuerer Zeit an den östlichen Wasserstraßen eingeführten tennebaumartigen Deckaufbauten [z. B. beim Weichselschiff (11) und beim Elbschiff nach Plauer Maß (12)] erfüllen diesen Zweck nur sehr wenig, weil sie mit Rücksicht auf bequemes Löschen und Laden nicht durchlaufen, sondern zum größeren Teil bis fast zur Stringerhöhe durchbrochen sind. Es hat beinahe den Anschein, als wenn der wichtige Versteifungszweck dieses Bauteils nicht ganz verstanden worden ist. Die zweckmäßige Anordnung des rheinischen Tennebaums kann aber die wünschenswerte obere Längsversteifung in dem First des Ver-

---

1) Seitenstringer, wie sie bei den älteren Donauschiffen eingebaut waren (44), müssen als unzweckmäßig verwendeter Baustoff bezeichnet werden, weil er z. B. in der Deckfläche wirksamer wäre. Diese Seitenstringer sind deshalb mit Recht bei den neueren Donauschiffen (45) fortgelassen worden.

decks nicht ersetzen. Dazu wäre erforderlich, die jetzt meist beweglichen hölzernen Lukenbalken (Scherstöcke) durch stählerne zu ersetzen und fest durch starke Eckbleche mit den Schottwänden zu verbinden. Das ist, soweit bekannt, bei den Rheinschiffen bisher nicht ausgeführt, weil man dort, wo das Löschen und Laden meistens durch Greifer und Kipper bewirkt wird, die Laderäume querschiffs möglichst vollständig zu öffnen wünscht und feste Lukenbalken für hinderlich hält. Aber an neueren Weserschiffen findet man zuweilen die eisernen Lukenbalken (Zeltträger) fest mit den Schotten vernietet, wodurch eine obere Längsversteifung erreicht wird. Ähnliche Bauweisen wurden bei neuen stählernen Elbschiffen (14) ausgeführt (vgl. Abb. 83). Sollte sich bei längerem Betriebe herausstellen, daß diese festen Lukenbalken oder Firstbalken beim Laden und Löschen nicht hinderlich sind, so wird man einen Schritt weiter gehen müssen und zwischen ihnen und dem Mittelkielschwein Dreiecksverbindungen herstellen. Man bekommt damit einen hohen, durch das ganze Schiff laufenden Gitterträger, der ähnlich wie die Mittelschotte der Kastenschiffe (54) die Längsversteifung allein übernehmen kann, so daß bei anderen Bauteilen, namentlich der Blechhaut, dem Stringer und vielleicht auch bei den Bodenwrangen beträchtliche Ersparnisse an Baustoff eintreten werden. Das wäre als eine erhebliche Verbesserung der Bauweise der Lastschiffe zu bezeichnen.

Man erkennt hieraus, wie die Anordnung und Einrichtung der Laderäume auf die ganze Bauart der Lastschiffe einwirkt. Vor allem ist ihre Länge von Einfluß: Auf den östlichen Wasserstraßen sind Laderäume von je 10 bis 14 m Länge beliebt, die durch bewegliche Duchten und hölzerne Zwischenwände abgeteilt werden können. Auf den neuen Weserschiffen hat man vorwiegend Laderäume von etwa 10 m, auf den Schiffen des Dortmund-Ems-Kanals solche von etwa 18 m, auf dem mitgeteilten Allerschiffe sogar solche von 21 m Länge. Die Versteifung der langen Bordwände erfolgt neuerdings besonders durch Rahmenspanten, weil die beweglichen Duchten schwer zu handhaben und in ihrer Wirkung auch nicht ganz zuverlässig sind. Auf den neuen Rhein- und Elbschiffen verzichtet man oft auf diese großen, langen Laderäume und ordnet die Schotte in Abständen von 5 bis 6 m an. An der Elbe führt man nur einen Teil dieser Schotte bis unter das Verdeck und die anderen nur bis zur Stringerhöhe, so daß zwischen ihren Oberkanten und dem Verdeck Laderäume von 16 bis 18 m Länge entstehen, die erforderlichenfalls zum Verladen besonders langer Gegenstände benutzt werden können. Bei Schiffen mit festem Deck ist man wegen der größeren Festigkeit in der Länge der Laderäume weniger beschränkt. Das beachtenswerte stählerne Elbschiff (15) hat z. B. Laderäume von 14,5 m, die allerdings durch Halbschotte versteift sind. Aber diese reichen von den Bordwänden beiderseits nur bis zu den Luken, so daß besonders lange Gegenstände in der Mitte gelagert werden können. Auch das gute Donauschiff (45) hat Laderäume von 12 bis 14,4 m Länge.

2. Bau und Ausrüstung der Lastschiffe.

Bauvorschriften. Selbst die auf denselben Wasserstraßen verkehrenden Lastschiffe sind, wie wir gesehen haben, von verschiedener Güte und besonders von verschiedener Festigkeit. Außer den mitgeteilten Beispielen findet man viele schlechte und unzweckmäßige Fahrzeuge, die oft kaum den Namen eines Schiffes verdienen und nicht nur unvorteilhaft für die Ladung und die Fortbewegung, sondern auch gefährlich für die eigene Bemannung und die übrigen auf der Wasserstraße verkehrenden Schiffe sind. Wenn ein solches Schiff im Fahrwasser sinkt, kann leicht eine Unterbrechung des ganzen Verkehrs eintreten. Es wäre also Sache der Schiffahrtpolizei, dafür zu sorgen, daß alle auf der Wasserstraße verkehrenden Schiffe sich in gutem, sicherem Zustande befinden. In Deutschland bestehen jedoch nur für die sogenannten internationalen Ströme, Rhein, Elbe und Weser, in den betreffenden Schiffahrtsakten (S. 81) Vorschriften darüber, daß jedes neue Schiff vor Antritt der ersten Fahrt amtlich auf seine Tauglichkeit und Ausrüstung untersucht werden muß. Über den genügenden Befund wird ein Zeugnis (Schiffspatent) ausgestellt. Für andere Wasserstraßen, Havel, Spree, Saale, Oder, Warthe, Weichsel usw. gibt es keine entsprechenden Bestimmungen, und selbst für die Befahrung der Kanäle sind nur ungenügende, allgemeine polizeiliche Vorschriften erlassen. Auch die auf Rhein, Elbe und Weser bestehenden Schiffsuntersuchungen sind zu wenig gründlich und werden selten oder nie wiederholt, so daß sie weder für die Sicherheit des Fahrwassers, noch für die Sicherheit der dem Fahrzeug anvertrauten Waren eine Gewähr leisten können. Unter diesen Umständen waren die Versicherungsgesellschaften (S. 105) auf Selbsthilfe angewiesen.

Im Jahre 1850 traten die an den östlichen Wasserstraßen und an der Elbe beteiligten Versicherungsgesellschaften zu einer Vereinigung zusammen, um alle Schiffe, für die sie Versicherung der Ladung annehmen, nach gleichmäßigen Grundsätzen in bezug auf ihre Tauglichkeit regelmäßig zu untersuchen (Fußnote auf S. 252). Dies Vorgehen hatte guten Erfolg und wurde allmählich weiter ausgedehnt und verbessert. Die Geschäftstelle der Vereinigten Transport-Versicherungsgesellschaften (im Jahre 1908 waren es 24 deutsche und 5 ausländische) befindet sich in Berlin und verfügt über 28 Schiffs-Untersuchungskommissionen in 26 deutschen und 2 böhmischen Städten. Nach dem Ergebnis der jährlichen Untersuchungen werden die Schiffe hinsichtlich der Waren, die in ihnen versichert werden dürfen, in drei Klassen eingeteilt. Die erste Klasse hat noch zwei Unterabteilungen, je nachdem die Schiffe mit Deck versehen sind oder nicht.

Klasse IA (mit Deck) für Waren jeder Art.

Klasse IB (ohne Deck) für alle Waren, die gegen Wasserbeschädigung widerstandsfähiger sind.

Klasse II für minderwertige Waren und solche, die gegen Wasserbeschädigung widerstandsfähiger sind.

Klasse III nur für Bauholz, Brennholz, Eisenbahnschwellen, leere Fässer, Knochen, Kohlen, Sand, Stabholz und Steine zulässig.

Zillen erhalten nur für jede einzelne Reise ein besonderes Tauglichkeitszeugnis für die betreffenden Waren ausgestellt und nur für die Jahreszeit vom 1. März bis 1. Oktober. Sie werden im allgemeinen nur für die Waren der Klasse III und außerdem für Eisenbahnschienen, Erden und Erze, Farbehölzer in Blöcken, Harz, Heringe, gebrauchte Knochenkohle, Roheisen, Sirup, Teer zugelassen.

Über die erfolgten jährlichen Untersuchungen wird zum Gebrauch der Versicherungsgesellschaften eine Zusammenstellung gedruckt, die mithin ziemlich alle auf diesen Wasserstraßen verkehrenden Schiffe umfaßt. Von jedem Schiffe ist darin die Eichungsnummer, der Name des Schiffseigners und des Schiffers, das Baujahr, der Baustoff, die Deckart, die Tragfähigkeit, der Tag der Untersuchung und die erteilte Klasse angegeben. In einer besonderen Spalte sind auch die Schiffe erkenntlich gemacht, die Unfälle erlitten haben, sowie die mangelhaften Schiffe, deren Zeugnisse nicht erneuert worden sind. Die Zusammenstellung enthält ferner ein nach Buchstaben geordnetes Verzeichnis der Namen aller Schiffseigner und Schiffer nebst deren Wohnorten, sowie eine Liste aller wegen ihrer Person ausgeschlossenen Schiffseigner und Schiffer, auf deren Schiffen keine Ladungen zur Versicherung angenommen werden. Es sind z. B. im Jahre 1907 etwa 10450 Schiffe untersucht worden.

Diese Vereinigung hat nach gemeinschaftlichen Beratungen mit Werften, Schiffbauern, Schiffahrtgesellschaften und Schiffern Bauvorschriften für Flußfahrzeuge auf dem Stromgebiete der Elbe und den östlich davon gelegenen deutschen Wasserstraßen herausgegeben, deren letzte Feststellung im Jahre 1905 in Kraft getreten ist. Sie sind für Holzschiffe (mit Ausnahme der Zillen), für Lastschiffe mit Holzboden und eisernen Borden und für Lastschiffe mit eisernem Boden und eisernen Borden geteilt und enthalten außerdem Bestimmungen über Ausbau, Deck, Steuerruder und die Ausrüstung.

Für die im allgemeinen mit der Größe der Schiffe zunehmenden Abmessungen der einzelnen Bauteile sind 8 Gruppen gebildet worden, die nach dem Produkt aus der größten Länge (über alles, aber ohne Steuer) und der größten Breite (über Spanten) bestimmt sind.

Gruppe	1	für	Schiffe,	deren	L · B	bis	150		
»	2	»	»	»	»	über	150	bis	250
»	3	»	»	»	»	»	250	»	350
»	4	»	»	»	»	»	350	»	450
»	5	»	»	»	»	»	450	»	550
»	6	»	»	»	»	»	550	»	700
»	7	»	»	»	»	»	700	»	850
»	8	»	»	»	»	»	850	»	1000

Auch für die Baustoffe und die Art der Verbindungen sind ausführliche Bestimmungen aufgenommen und durch klare Skizzen erläutert.

Nach den vorbeschriebenen Einrichtungen der Vereinigung ist es klar, daß fast alle auf den fraglichen Wasserstraßen verkehrenden Lastschiffe nach diesen Bestimmungen gebaut werden. Nach Fertigstellung des Baues wird das neue Schiff von dem Revisor der Vereinigung untersucht und erhält die entsprechende Klasse, die für die Dauer eines Jahres gilt, bis eine neue Prüfung stattfindet.

Am Rhein haben sich die Verhältnisse anders entwickelt. Nach der älteren Rheinschiffahrtsakte vom Jahre 1831 sollten alle Rheinschiffe jährlich wenigstens einmal durch eidlich verpflichtete Sachverständige auf ihre Tauglichkeit untersucht werden. Diese Bestimmung wurde durch die neue Akte vom Jahre 1868 dahin abgeändert, daß die Untersuchung nur noch vor dem

Antritt der ersten. Fahrt, nach jeder wesentlichen Veränderung oder Ausbesserung sowie auf Verlangen des Befrachters stattfinden sollte.

Dies schien den Versicherungsgesellschaften nicht ausreichend und sie traten im Jahre 1877 zu einem Verbande zusammen, der den Namen Rheinschiffs-Register-Verband trägt und dessen Geschäftsführung der Versicherungsgesellschaft Providentia in Frankfurt a. M. übertragen ist. Er gab zuerst im Jahre 1878 ein Unfallregister heraus, das 2031 Unfälle aus den Jahren 1873 bis 1877 enthielt. Es folgte im Jahre 1879 das erste Rheinschiffsregister, das bereits die kurzen Beschreibungen von 2141 Schiffen brachte und eine günstige Aufnahme bei allen Beteiligten fand. Das Unternehmen hat sich allmählich weiter entwickelt und im Jahre 1910 erschien schon die 17. Ausgabe, die 10344 Lastschiffe ohne eigene Triebkraft und 1514 Dampfschiffe enthielt[1]).

Von den Lastschiffen wird ihr Namen, sowie der des Schiffseigners und des Schiffers, die Klasse, der Tag der Klassifikation oder der letzten amtlichen Untersuchung, Länge, Breite, Tiefgang und Tragfähigkeit, Ort und Jahr der Erbauung und einer Hauptausbesserung, die Flagge, Baustoff und Bauart, die Zahl der Mannschaft und der angegebene Wert in Mark mitgeteilt, bei den Dampfschiffen außerdem die Zahl der indizierten Pferdestärken und ihr Verwendungszweck. In einer besonderen Abteilung des Buches sind alle Schiffer (17650 an Zahl im Jahre 1908) mit Namen, Wohnort, sowie Ort und Tag der Ausstellung ihres Patents aufgeführt.

Der große Wert dieses zuverlässigen Registers, nicht nur für die Versicherungsgesellschaften, sondern für alle Schiffahrttreibenden und die Verfrachter ist einleuchtend. Aus der Satzung des Verbandes vom Jahre 1886 ist folgendes zu erwähnen:

Zweck des Verbandes ist die Wahrung und Förderung des Transport-Versicherungswesens auf dem Rhein und seinen Nebenflüssen, sowie auf den damit in Verbindung stehenden holländischen und belgischen Gewässern. Der Verband betrachtet es namentlich als seine Aufgabe:

1. Ein Register über die diese Gewässer befahrenden Schiffe herauszugeben, das eine möglichst genaue Beschreibung und das den einzelnen Schiffen auf Grund einer Untersuchung durch die Sachverständigen des Verbandes erteilte Klassenzeichen enthält;

2. für eine fortlaufende Überwachung der Schiffe und Schiffer hinsichtlich ihrer Tauglichkeit und Zuverlässigkeit zu sorgen;

3. in Havariefällen die Verbandsgesellschaften namentlich da zu vertreten, wo diese nicht in der Lage sind oder nicht die Absicht haben, selbst ihre Vorteile wahrzunehmen.

Zu 2 ist zu bemerken, daß infolge der Tätigkeit des Verbandes die Zahl der jährlich ausgeschlossenen Schiffe und Schiffer allmählich abgenommen hat. Der Verband bestand im Jahre 1908 aus 24 Versicherungsgesellschaften, die vorwiegend in Deutschland, zum kleineren Teile in der Schweiz ihren Sitz haben. Die bis vor kurzem in Holland bestehende ähnliche »Vereeniging der holländischen Assecuradeure« hat sich im Jahre 1908 aufgelöst.

1) Vgl. den »Bestand der deutschen Binnenschiffe« am Ende dieses Buches.

Der Registerverband hat in 12 Städten des Rheingebiets Sachverständige angestellt, die nach einer genauen Dienstanweisung die Untersuchung und Einschätzung der Schiffe vornehmen.

Es werden folgende Klassenzeichen erteilt:

Für hölzerne Schiffe:

A1. Für Schiffe, die nicht älter als 8 Jahre sind und sich zur Verladung von Waren aller Art eignen. Ältere Schiffe können diese Klasse wieder erhalten, wenn sie nach einer gründlichen Ausbesserung, bei der Untersuchung durch die Sachverständigen auf Trockenem, in besonders gutem Zustande befunden werden.

A2. Für Schiffe, die nicht in allen Beziehungen den Erfordernissen der vorstehenden Klasse entsprechen, aber doch gut gebaut, gut unterhalten und noch geeignet sind für Waren, die der Beschädigung durch Wasser leicht unterworfen sind.

B. Für Schiffe, die den Vorschriften für Klasse A nicht entsprechen und an denen die nötigen Ausbesserungen behufs Verlängerung oder Wiederverleihung der Klasse A nicht ausgeführt sind, deren Zustand aber doch für die Beförderung von solchen Waren geeignet ist, die durch Wasser nicht beschädigt werden.

(Schiffe der Klassen A1 und A2 sollen wenigstens alle 4 Jahre, die der Klasse B alle 3 Jahre auf Trockenem einer genauen Besichtigung unterworfen und kalfatert werden.)

Für eiserne Schiffe:

A_1. Für Schiffe, die, nicht älter als 12 Jahre, das höchste Vertrauen verdienen und zur Verladung von Waren aller Art geeignet sind. Ältere Schiffe können diese Klasse wieder erhalten, wenn sie nach gründlicher Ausbesserung, bei der Untersuchung durch die Sachverständigen auf Troekenem, in besonders gutem Zustande befunden werden.

A_2. Für Schiffe, die nicht in allen Beziehungen, namentlich hinsichtlich der Stärke und Beschaffenheit des Baustoffs, den Erfordernissen der vorstehenden Klasse entsprechen, aber doch gut gebaut, gut unterhalten und noch geeignet sind für Waren, die der Beschädigung durch Wasser leicht unterworfen sind.

A_3. Für Schiffe, die geringeres Vertrauen verdienen, als die beiden vorgenannten Klassen, die aber für die Beförderung von solchen wertvolleren Waren noch geeignet sind, die durch Wasser nicht beschädigt werden.

(Alle eisernen Schiffe sollen wenigstens alle 4 Jahre auf dem Trockenen einer genauen Besichtigung unterworfen werden.)

Diesen Klassenzeichen werden noch besondere Zeichen beigefügt, die sich auf Deck und Luken, auf den Zustand der Takelung und der Maschinen beziehen oder erkennen lassen, ob die Schiffe unter Aufsicht der Sachverständigen des Verbandes gebaut sind. Ferner wird durch Zeichen ersichtlich gemacht, für welche Wasserstraßen das Schiff geeignet ist, ob für die oberen Flüsse und Kanäle (BR), ob auf den seeländischen Strömen und der unteren Schelde (ZS) oder ob für ganz Deutschland, Belgien und Niederland (GR).

Für die Main- und Neckarschiffe bestehen besondere Klassenzeichen: MA1 und NA1 für die oberste, MA2 und NA2 für die mittlere und MB und NB für die schlechteste Klasse in entsprechender Unterscheidung.

Alle diese Klassenzeugnisse werden nur auf die Dauer eines Jahres erteilt und müssen dann erneuert werden. Das muß auch nach einem Schiffsunfall geschehen.

Im Jahre 1908 befanden sich:

1. Hölzerne Lastschiffe in den Klassen . .	A1	A2	B
von im ganzen 3122 Schiffen	25	125	1
2. Eiserne Lastschiffe ohne eigene Triebkraft in den Klassen	A_1	A_2	A_3
von im ganzen 6637 Schiffen	1299	177	0
3. Dampfschiffe von 1318	39	5	0

Das ist ein verhältnismäßig geringer Teil der vorhandenen Schiffe. Es ist aber zu bemerken, daß sich allein 865 eiserne Lastschiffe und 365 Dampfschiffe im Besitz der größeren Gesellschaften und Reedereien befanden, die zum Teil nur ihre eigenen Waren (Kohlen) verfrachten und darum keiner Versicherung bedürfen, außerdem aber selbst technisch geschulte Kräfte zur Untersuchung ihrer Schiffe besitzen. Es kommt ferner in Betracht, daß im Jahre 1906 eine neue amtliche Untersuchungsordnung für den ganzen Rhein in Kraft getreten ist, durch die eine nochmalige gründliche Untersuchung aller vorhandenen Rheinschiffe vorgeschrieben wurde. Diese Untersuchung in Verbindung mit dem Rheinschiffsregister dürfte einem großen Teil der Verfrachter und Versicherungsgesellschaften wahrscheinlich ausreichend scheinen.

Besondere Bauvorschriften sind von dem Registerverbande nicht aufgestellt, weil ihm dies »bei der sehr verschiedenen Bauart der Rheinschiffe und dem internationalen Charakter der Schiffahrt zurzeit noch nicht durchführbar scheint«.

In neuerer Zeit hat auch der Germanische Lloyd seine Tätigkeit auf die Binnenschiffe ausgedehnt. Das Bedürfnis einer glaubwürdigen Untersuchung der Tauglichkeit der Seeschiffe und ihrer Einschätzung (Klassifikation) in gewisse Klassen bestand schon länger als bei der Binnenschiffahrt. Die erste Gesellschaft wurde zu diesem Zweck im Jahre 1828 in Paris gegründet: le bureau Veritas. Dann folgte im Jahre 1834 in London Lloyds Register of British and foreign shipping. Im Jahre 1868 wurde der Germanische Lloyd gegründet, zuerst mit dem Sitze in Rostock und seit 1889 in Berlin. Er ist eine Aktiengesellschaft, aber insofern keine eigentliche Erwerbsgesellschaft, als die Aktionäre keine höhere Jahresdividende als 5 v. H. erhalten, während weitere Überschüsse zu wissenschaftlichen Untersuchungen u. dgl. verwendet werden. Zweck der Gesellschaft ist die Einschätzung (Klassifizierung) von Schiffen, die Herausgabe von Schiffsregistern, die Feststellung von Vorschriften für Neubau und Ausbesserung und die Förderung der Schiffahrt überhaupt. Ihre nutzbringende Tätigkeit ist bekannt, z. B. auch bei der Aufstellung der Freibordvorschriften für deutsche Seeschiffe im Jahre 1903. Jetzt übernimmt der Germanische Lloyd auch die Einschätzung von Binnenschiffen und hat für deren Bau und Ausrüstung Vorschriften aufgestellt, die am 1. April 1909 in Kraft getreten sind. Er hat ferner im Jahre 1908 neue Vorschriften für die Prüfung von Schweißeisen, Stahl (Flußeisen) und Stahlguß sowie von Ankern, Ketten und Tauwerk, außerdem auch solche für Maschinen und Kessel sowie für elektrische Anlagen auf Schiffen herausgegeben. Nach diesen Vorschriften untersuchen die von ihm angestellten Besichtiger die einzuschätzenden Schiffe oder überwachen deren Neubau und Ausbesserung.

Als Klassenzeichen stählerner (flußeiserner) Schiffe dient der Buchstabe A mit Einschaltung von Ziffern, die den Zeitraum der zu wiederholenden Besichtigungen in Jahren angeben. Dem Klassenzeichen werden Klassennummern 100, 90, 80 vorangestellt, welche den Grad der

Stärke des Schiffes bezeichnen. Für Binnenschiffe wird hinter A der Buchstabe I hinzugefügt und für solche Lastschiffe, die stets von vorne bis hinten gleichmäßig beladen sind, das Zeichen —. Schiffe, die nach den Vorschriften und unter Aufsicht des G. L. hergestellt sind, erhalten vor der Klassenbezeichnung noch das Zeichen ✠. Die beste Klasse der Lastschiffe bekommt also das Gesamtzeichen: ✠ 100 A_4 I —. Schiffe, bei denen der Querschnitt der Längs- und Querverbände oder des hölzernen Bodens bis 10 v. H. geringer ist als vorgeschrieben, erhalten die Klasse 90 A_3; wenn der Querschnitt um 10 bis 20 v. H. geringer ist, die Klasse 80 A_2. Bei noch geringeren Stärken wird keine Klasse erteilt. Schiffe, die nach ihrer Bauart oder in einzelnen Teilen von den Vorschriften abweichen, können ebenfalls obige Klassen erhalten, wenn bei Prüfung durch den Vorstand des G. L. die Verbände als diesen Klassen entsprechend gefunden werden. Bei Feststellung der Klasse wird nicht allein auf die Anordnung und Stärke der Verbände Rücksicht genommen, sondern auch auf die Beschaffenheit der Baustoffe und der Ausführung der Arbeit.

Bei dem Antrage auf Einschätzung eines unter Aufsicht zu erbauenden Schiffes müssen genaue Zeichnungen vorgelegt werden, die der Prüfung des Vorstandes unterliegen. Ferner sind die Hüttenwerke zu nennen, denen die Lieferung der Baustoffe übertragen werden soll. Stahl und Eisen wird dort von den Beamten des G. L. sorgfältig nach den besonderen Vorschriften geprüft und jedes Stück mit einem Stempel versehen. Auf der Werft wird der Bau mehrmals besichtigt und überwacht. Zwischen den besonderen Besichtigungen, die nach der Klasse alle 2, 3 oder 4 Jahre auf dem Trockenen stattfindet, wird je noch eine einfache Besichtigung auf dem Wasser vorgenommen, wobei namentlich der Zustand des Bodens und des Decks festgestellt wird. Zeigt sich bei der besonderen Besichtigung eines Binnenschiffs, daß seine Durchbiegung mehr als 0,15 v. H. der Länge beträgt, so kann ohne Anbringung von Verstärkungen keine Einschätzung mehr erfolgen. Es bestehen ferner noch genaue Bestimmungen über die Untersuchungen, namentlich auch der Dampfschiffe, über Havarie, Umbauten, Ausbesserungen, Herabsetzung und Aufhebung der Klasse usw.

Die Bauvorschriften geben die Abmessungen und Stärken der einzelnen Bauteile entsprechend der zunehmenden Größe der Schiffe an, unter Berücksichtigung der Länge zwischen den Loten (L), der größten Breite auf Außenkante Spanten (B) und des bis zur obersten Wasserlinie (Tiefladelinie) eingetauchten Umfangs (U). Es sind dazu im allgemeinen zwei Reihen von Leitzahlen eingerichtet, die Quernummern (Q) und Längsnummern (QL) genannt werden.

Es ist: $$Q = \frac{U + B}{2} \quad \text{und} \quad QL = \frac{U + B}{2} \cdot L.$$

Die Abmessungen der Quernummern steigen also mit der Zunahme des eingetauchten Querschnitts. Aus der Quernummer wird die Spantentfernung und die Stärke der Bodenwrangen, Spanten, Gegenspanten und Schotte bestimmt. Die Ergebnisse der Längsnummern sind dagegen namentlich durch die Schiffslänge bedingt und für alle zur Längsversteifung erforderlichen Bauteile maßgebend: Steven, Außenhaut, Deckstringer, Stringerwinkel, Kimmwinkel und bei Schiffen mit hölzernem Boden auch für dessen Stärke. Ferner ist die Länge des längsten Balkens *Mb* auf Deck auf der halben Schiffslänge (also im wesentlichen die Schiffsbreite) bestimmend für die Bauteile des Decks. Auch für die Anordnung der Kielschweine ist allein die Schiffsbreite maßgebend.

Die Vorschriften erstrecken sich nicht nur auf Lastschiffe, sondern auch auf Dampfschiffe und namentlich auf Personendampfer. Sie enthalten ferner Bestimmungen für die Vernietung, für die Bauart des Steuerruders, den inneren Ausbau, das Abdichten, Streichen und Zementieren, sowie für die Ausrüstung.

In dem Register des G. L. waren im Jahre 1908 nur etwa 70 Flußschiffe eingetragen, etwa 100 früher eingetragene dagegen gestrichen, weil die Schiffseigner es oft unterlassen, die vorgeschriebenen, regelmäßigen Besichtigungen zu beantragen, um die damit verbundenen Kosten zu ersparen.

Für die Weser und den Dortmund-Ems-Kanal besteht keine besondere Vereinigung von Versicherungsgesellschaften. Beim Bau der dort verkehrenden Schiffe werden häufig ebenso wie auch am Rhein die Vor-

schriften des Germanischen Lloyd zngrunde gelegt. Dieser ist außerdem oft in der Weise bei der Binnenschiffahrt tätig, daß er für den Schiffseigner (z. B. auch für einen Staat) die Prüfung der Schiffzeichnungen und der Baustoffe sowie die Überwachung der Bauausführung auf der Werft übernimmt.

Weder die Bauvorschriften der vereinigten Versicherungsgesellschaften noch die des Germanischen Lloyd beziehen sich auf die Form und die davon abhängigen Eigenschaften der Schiffe. Auch hinsichtlich der Festigkeit werden, vorwiegend auf Grund der Erfahrungen, nur die Abmessungen und Stärken der einzelnen Bauteile vorgeschrieben, während die Verbindung und Vernietung der einzelnen Teile untereinander allein in genauen Bauzeichnungen und durch Überwachung des Baues geprüft werden können. In dieser Beziehung zeigen die Einrichtungen des Germanischen Lloyd sich weit überlegen. Die anderen haben sich aus den Zeiten des Holzbaues entwickelt; sie waren dafür auch genügend, entsprechen aber nicht mehr den Anforderungen des Eisenschiffbaues. Die Herstellung von Bauzeichnungen und die Überwachung des Baues durch sachverständige, d. h. schiffbautechnisch gebildete Männer müßte zum Vorteil sowohl der Schiffseigner wie der Versicherungsgesellschaften allgemein durchgeführt werden.

Auf den östlichen deutschen Wasserstraßen gewinnen die schätzenswerten Einrichtungen des Germanischen Lloyd nur langsam Eingang, weil die Vereinigten Gesellschaften sich mit der bisherigen oberflächlichen Prüfung begnügen und dafür außerordentlich niedrige Gebühren (etwa 3 bis 5 Mark je Jahr und Schiff) erheben. Die bei dem Germanischen Lloyd für die Prüfung der Baubeschreibungen, die Bauaufsicht, die Baustoffprüfungen, die Ausstellung des Zeugnisses und die Eintragung in das Register zu zahlenden Summen betragen 0,6 bis 0,8 v. H. der Neubaukosten, wozu noch jährlich 6 bis 9 Mark für Besichtigungen kommen. Diese Kosten sind verhältnismäßig niedrig[1]).

Es bleibt noch die Frage zu untersuchen, ob solche Bauvorschriften überhaupt vorteilhaft oder nachteilig wirken. Wenn sie nicht fortlaufend, entsprechend den gewonnenen Erfahrungen und den Ergebnissen der Wissenschaft, verbessert und verändert werden, entsteht die Gefahr, daß die Schiffbauten schablonenmäßig ausgeführt und die Schiffbauingenieure von weiteren guten Erfindungen und Verbesserungen zurückgehalten werden. Für Dampfschiffe scheinen die Vorschriften im allgemeinen entbehrlich zu sein, weil der vorsichtige Schiffseigner seine Bestellungen nur bei zuverlässigen Fabriken und Werften machen wird. Anders ist es mit Lastschiffen, die häufig von kleinen Schiffbauanstalten hergestellt werden, bei denen man nicht auf die für den Eisenbau unumgänglich nötigen Kenntnisse und Erfahrungen rechnen kann. Dort werden die Vorschriften segensreich wirken, falls die Bauaufsicht und Untersuchung durch tüchtig vorgebildete, erfahrene Leute ausgeübt

1) Aufsätze über Bauvorschriften in der Zeitschrift für Binnenschiffahrt: 1908, S. 270 (von Flamm), 1909, S. 13 (von Green) und S. 131.

wird, die auch verständige und zweckmäßige Abweichungen unbeanstandet lassen.

Für den Bau von Kastenschiffen für Petroleum u. dgl. bestehen auch amtliche Bauvorschriften, die zum Teil schon früher (S. 335) angeführt worden sind.

Baustoffe. In früherer Zeit wurden alle Schiffe aus Holz erbaut. Wenn auch im Jahre 1787 das erste aus Eisen erbaute Boot (21 m lang und 2 m breit) versuchsweise für einen Kanal bei Birmingham hergestellt wurde, so sind die Anfänge des Eisenbaues doch erst vom Beginn des vorigen Jahrhunderts an zu rechnen. Auf dem Clyde in Greenock lief im Jahre 1818 das erste größere eiserne Seeschiff von 700 Lastentonnen vom Stapel. Dies Ereignis erregte Aufsehen im Volke, weil es »Eisen schwimmen« sah. Das erste eiserne Dampfschiff wurde 1821 in Staffordshire erbaut und war für Paris bestimmt. Die umfangreiche Verwendung und die Erkenntnis der Vorzüge des Eisens trat aber erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts ein. In der Binnenschiffahrt wurden in Deutschland zuerst am Rhein eiserne Lastschiffe (S. 98) seit 1841 gebaut. Die Mängel der Holzschiffe bestehen in der Schwierigkeit, eine genügende Längsversteifung herzustellen und das nötige ausgetrocknete gekrümmte Bauholz zu den Spanten u. dgl. zu beschaffen, ferner in der kurzen Lebensdauer und in dem großen Gewicht. Die Vorteile des Eisens und Stahls sind darin zu suchen, daß sich diese Stoffe unmittelbar nach der Erzeugung verwenden und durch Walzen und Schmieden in jede gewünschte Form bringen lassen und daß die einzelnen Stücke durch Nietung so gut und fest verbunden werden können, als wenn sie aus einem Stücke beständen. Dazu kommt die längere Lebensdauer und das geringe Gewicht. Der letzte Umstand ist gerade für die Binnenschiffahrt von großer Bedeutung, weil die Lastschiffe die verhältnismäßig geringen Fahrwassertiefen nach Möglichkeit ausnutzen müssen.

In den siebziger Jahren kam das Eisen für den Bau von Lastschiffen auch auf der Elbe in Aufnahme; man konnte sich aber mit dem eisernen Boden nicht befreunden und macht ihn noch heute in der Regel aus Holz, weil man den Holzboden für eine gute Versteifung der im Verhältnis zu Länge und Breite sehr niedrigen Lastschiffe und außerdem für einen Schutz gegen Leckwerden hält. Das Fahrwasser war allerdings in früheren Zeiten in einzelnen Stromstrecken recht mangelhaft: Es fanden sich in der Sohle Felsen, lose Steine und Baumstämme, wodurch viele Unfälle hervorgerufen wurden. Der hölzerne Boden schien deshalb widerstandsfähiger und war bei Beschädigungen leichter auszubessern. Von der Elbe kam diese Bauart zur Oder und den weiteren östlichen preußischen Wasserstraßen. Auf der Weser schlug man einen anderen Weg ein, indem man mit Rücksicht auf die steinige Stromsohle (namentlich im Oberlauf) unter dem eisernen Boden zuweilen noch einen hölzernen Schutzboden anordnete. Diese Bauart gewährte aber keine großen Vorteile und ist wieder verschwunden. Es werden aber viele Schiffe dort nach Art der Elbschiffe mit Holzboden gebaut.

In neuerer Zeit ist man zu der Überzeugung gekommen, daß die Gründe für die Anwendung hölzernen Böden gegenüber den Vorteilen der eisernen, namentlich wegen Verbesserung des Fahrwassers unserer Ströme, nicht mehr gerechtfertigt sind. Seit Einführung des Flußeisens (1881) sind ganz aus diesem Stoff gebaute Schiffe leichter und haben einen um 3 bis 5 cm geringeren Leertiefgang. Das stellt einen erheblichen wirtschaftlichen Gewinn dar. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß sie der Fortbewegung einen geringeren Widerstand entgegensetzen, was durch die im Laufe der letzten Jahre besonders auf der Donau angestellten Schleppversuche bewiesen ist. Es steht fest, daß die Reibung des Wassers an der rauhen Oberfläche des Holzschiffs und besonders des Holzbodens den Widerstand bedeutend vergrößert. Es ist bekannt, daß die hölzernen Böden allmählich bürstenartig ausgefasert werden, indem der Pflanzenleim oder das Gummi, das die Fasern der Jahresringe des Holzes aneinander hält, durch das Wasser langsam aufgelöst wird. Daß diese ausgefaserten Böden der Fortbewegung einen großen Widerstand leisten, liegt auf der Hand. Wenn auch die Schiffahrttreibenden in dieser wie in mancher anderen Hinsicht schwer von ihren Gebräuchen und Gewohnheiten abzubringen sind, so muß doch festgestellt werden, daß die Erkenntnis von den Vorzügen der eisernen oder stählernen Böden in neuester Zeit in immer weitere Kreise dringt.

Auf der Elbe wurden in der Strecke Hamburg—Magdeburg vergleichende Schleppversuche mit zwei sonst gleichen Lastschiffen angestellt, von denen das eine mit einem hölzernen, das andere mit einem eisernen Boden versehen war. Der Widerstand wurde als Zugkraft in der Schlepptrosse mit dem Dynamometer gemessen. Bei der Leerfahrt waren die Widerstände 800 kg und 750 kg, mit je 625 t Nutzlast aber 2400 kg und 1600 kg. Das Schleppen des Schiffes mit hölzernem Boden erforderte also 50 v. H. mehr Kraft.

Da der Holzschiffbau auf einzelnen Wasserstraßen und in einzelnen Ländern auch in Zukunft noch eine gewisse Bedeutung behalten wird, kann er hier nicht unerörtert bleiben. Die namentlich in Europa vorhandenen Hölzer sind in verschiedener Weise für den Schiffbau geeignet. Für den Boden ist am besten das Fichtenholz, wegen des geringen Gewichts und weil die oben geschilderte Auflösung am langsamsten eintritt, während das z. B. bei Eichenholz sehr schnell geschieht. Erfahrungsmäßig verliert ein eichener Boden in 10 Jahren etwa 13 mm an seiner Dicke, ein fichtener kaum 5 mm. Für die Inhölzer (Spanten, Wrangen und Duchtbalken) und die Beplankung empfiehlt sich am besten Eichen- und Kiefernholz. Das Eichenholz hat die angenehme Eigenschaft, sich nach dem Kochen im Dampfkasten leicht biegen zu lassen. Man verwendet es darum gerne zu Bug- und Heckplanken sowie zu gekrümmten Duchten. Fichtenholz darf zur Beplankung nicht verwendet werden, da es durch den Wechsel von Nässe und Trockenheit in etwa drei Jahren zerstört wird. Doch kann es zum innern Ausbau neben Kiefern- und Tannenholz benutzt werden. Zu den Bühnen (Wegerungen) wird meistens Fichten- oder Tannenholz, zu dem beweglichen Deck am besten Kiefernholz verwendet. Von ausländischen Hölzern wird Pitch-

pine vielfach zu den Inhölzern, zur Beplankung und auch zur Wegerung benutzt.

Von Eisen wird zum Schiffbau nur Schweißeisen, Stahl (Flußeisen) und Stahlformguß verwendet. Wegen der gleichmäßigen elastischen Veränderung bei wechselnder Wärme oder Beanspruchung ist es zweckmäßig, beim Bau eines Schiffes denselben Baustoff überall zu benutzen, also entweder nur Schweißeisen oder nur Stahl. Liegen besondere Gründe dagegen vor, so sollen wenigstens die Längsverbände und die Querverbände je aus dem gleichen Stoff hergestellt werden. Gewöhnlich wird in neuerer Zeit Stahl (Siemens-Martin-Flußeisen) verwendet und die nachstehenden Angaben über Abmessungen beziehen sich auf diesen Stoff. Auch die Bauvorschriften des Germanischen Lloyd sind dafür aufgestellt; es ist aber vorgesehen, daß bei Verwendung von Schweißeisen die Stärke der Bleche um 12 v. H. und der Winkel und Stangeneisen um 10 v. H. vergrößert werden soll. Andererseits kann bei besonders gutem Stahl, Nickelstahl oder Spezialstahl, eine Verringerung der vorgeschriebenen Stärken eintreten.

Für die Prüfung des Eisens und des Stahls auf den Walzwerken vor der Verarbeitung sind von dem Germanischen Lloyd genaue Vorschriften ausgearbeitet worden, die in gleichem Umfange für Seeschiffe und Binnenschiffe zur Anwendung kommen. Erwähnt sei nur die Zerreißfestigkeit, die bei Schweißeisen mindestens 35 kg längs der Faser und 28,5 kg quer zur Faser, bei Stahl 41 bis 49 kg und bei Stahlformguß (Steven, Ruderrahmen u. dgl.) mindestens 40 bis 45 kg je mm^2 betragen soll. Außerdem sind Warm- und Kaltbiegeproben usw. vorgeschrieben. Zur Nietung ist bestes zähes Eisen mit einer Festigkeit von mindestens 35 kg je mm^2 zu verwenden, das einer Biegeprobe, einer Stauchprobe und einer Lochprobe unterworfen werden soll.

Um das Eigengewicht möglichst zu vermindern, hat man versucht, Schiffe aus Aluminium zu bauen; doch haben die Erfolge bisher nicht zur Nachahmung ermuntert.

In neuester Zeit hat man Schiffe aus Beton hergestellt. In Italien (Rom) und in Deutschland (Frankfurt a. M.) haben sich zu diesem Zweck im Jahre 1909 besondere Gesellschaften gebildet. Wenn solche Schiffe auch mancherlei Vorzüge besitzen sollen, dürfte das große Eigengewicht in der Binnenschiffahrt ihre weitere Verbreitung doch verhindern[1]. Die Erfahrungen müssen abgewartet werden.

Der Bau hölzerner Schiffe. Ohne Rücksicht auf die zu verwendenden Baustoffe werden zum Bau eines Schiffes zunächst die Linienrisse oder Baurisse (S. 244) auf dem Schnür- oder Mallboden in natürlicher Größe aufgezeichnet oder »abgeschnürt«, wobei etwa sich noch ergebende Mängel im Verlauf der einzelnen Linien sowohl im Spantenriß wie im Wasserlinienriß beseitigt werden.

1) Vgl. Zeitschrift für Binnenschiffahrt, Jahrgang 1909, Seite 406 und 489 (Aufsatz von F. Meyer).

Zur Aufzeichnung der gekrümmten Linien benutzt man lange, schwache Holzlatten von quadratischem Querschnitt, die man »Stracklatten« nennt. Für die Spanten und Steven werden Modelle aus dünnen Brettern, die »Spantenmalle« oder »Stevenmalle« angefertigt. Nach diesen Vorbereitungen und nach Herbeischaffung der Baustoffe kann auf dem Platze (Helling) mit dem Bau begonnen werden.

Bei der Beschreibung der Bauausführung folgen wir im allgemeinen der an den östlichen deutschen Wasserstraßen üblichen Bauweise und den Vorschriften der Vereinigten Transport-Versicherungs-Gesellschaften (abgekürzt »V. V. G.«).

Wenn die Lager, Streckhölzer und Pallklötze verlegt sind, wird der Boden zusammengezimmert. Die Bodenplanken sollen mit Ausnahme der Endstücke mindestens 10 m lang und 20 cm breit sein. Sie werden entweder durch schräge Wechsel gestoßen, die je nach Bohlenbreite über 2 oder 3 Wrangen reichen (Abb. 235), oder stumpf mittels einer 5 bis 6 mm starken, eisernen, übergelegten, eingelassenen und mit Schrauben befestigten Lasche (Abb. 236). Die schrägen Wechsel werden durch 4 bis 6 wagerecht durchgetriebene, verzinkte, eiserne Bolzen verbunden. Zwischen 2 Stößen unter derselben Wrange müssen mindestens 3 durchgehende Plankengänge liegen. Alle »Nähte« und Stöße des Bodens werden mit mindestens 2 zwischengelegten Wergdrähten gedichtet, die glatt und fest zu schlagen sind. Der untere wird etwa 1 cm von der Kante zurückgesetzt. Die Öffnung der Nähte (Fugen), von nicht mehr als 1 cm Weite, wird verpicht.

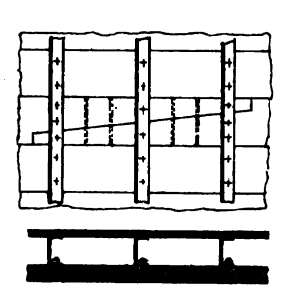


Abb. 235. Wechsel beim Stoß der Bodenplanken unter eisernen Wrangen 1 : 40.

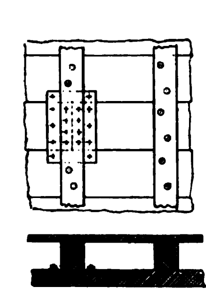


Abb. 236. Stumpfer Stoß der Bodenplanken unter hölzernen Wrangen 1 : 40.

Nach Einteilung der Spanten auf dem Boden werden in Abständen von höchstens 50 cm von Mitte zu Mitte die Bodenwrangen (Bodenstücke, Sohlen, Bänke, Blätter) hochkantig aufgelegt und durch 3 cm starke, hölzerne, verkeilte Nägel aus Akazien- oder Kiefernholz mit dem Boden verbunden (Abb. 236). Zur Verhütung von Schwammbildung sind ihre Unterflächen und die betreffenden Teile des Bodens mit warmem Steinkohlenteer zu bestreichen. Wenn der Boden fertig ist, wird er belastet und man hebt das Vorder- und Hinterende um das entsprechende Maß nach dem Längsrisse, wenn ein »Sprung« vorgesehen ist.

Nach den V. V. G. soll die Bodenstärke bei der Gruppe 1 (S. 365) mindestens 8 cm, bei der Gruppe 7 mindestens 12 cm betragen, also mit jeder Gruppe um 5 bis 10 cm wachsen. Die Stärke der Bodenwrangen hängt allein von der Schiffsbreite ab, soll bei Schiffen bis zu 5 m Breite 12,5 · 12,5 cm und bei Schiffen von 10 m bis 11 m Breite 23 · 18 cm betragen.

Im Rheingebiet wird der Boden aus Mangel an geeignetem Holz in der Regel viel schwächer hergestellt, und man pflegt unter ihm noch einen dünneren Schutzboden, die »Sohle«, anzubringen. Man spricht dann von »gesohlten« Schiffen. Beide Böden, zwischen die meistens eine Mooslage gebracht wird, werden durch eiserne Nägel miteinander verbunden. Zuweilen bekommt nicht der ganze Boden eine Sohle, sondern nur seine äußersten Teile, die Bruhnen, einen solchen Schutz, den man »Wange« nennt (vgl. Abb. 113, 116, 125 und 161 bei der Weser). Unter Umständen wird auch noch in der Mitte des Bodens eine Schutzbohle angebracht (Abb. 131). Zur

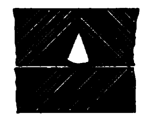


Abb. 237. Sentelnaht (Querschnitt).

Abb. 238. Sentelnaht (Grundriß).

Dichtung wird in der Regel eine Sentelnaht verwendet. Dabei werden die Nähte der Bodenplanken von unten auf etwa $^2/_3$ der Holzstärke durch Abstemmen keilförmig erweitert (Abb. 237) und durch in zwei Lagen fest eingetriebenes Moos gefüllt. Dann schließt man die Nähte durch dünne, eiserne, übereinander reichende Blechstücke (Senteln), die mit dem Hammer krumm geschlagen und in die beiden benachbarten Planken eingetrieben werden (Abb. 238). Bei gesohlten Schiffen wird die Sentelnaht durch die darunter genagelte Sohle gedeckt, deren Nähte nicht gedichtet werden[1]).

Die Bodenwrangen werden im Rheingebiete oft aus einem Stück mit den Spanten hergestellt, und zwar abwechselnd eine Wrange zusammen mit einem Spant auf Backbord- und eine Wrange mit einem Spant auf Steuerbordseite, wie aus den Abb. 111 und 129 ersichtlich. Sie werden mit dem Boden durch eiserne Nägel verbunden.

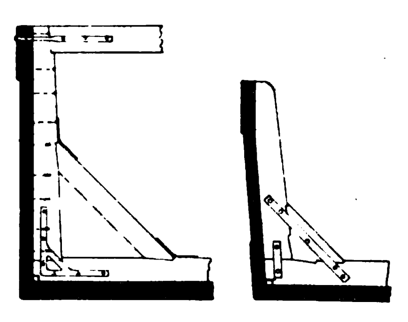


Abb. 239. Abb. 240.
Zusammengesetzte Holzknie 1 : 50.

An den östlichen Wasserstraßen werden die aus entsprechend krumm gewachsenen Hölzern bearbeiteten Spanten oder Knie seitlich mit den Wrangen und unten mit dem Boden durch Bolzen verbunden (z. B. Abb. 45). Da solche Hölzer jetzt selten sind, pflegt man die Knie aus mehreren Stücken zusammenzusetzen. Man zapft einen »Auflanger« senkrecht mit Versatzung in das Ende der Bodenwrange ein und verbindet beide Teile durch eingelassene eiserne Kniestücke. Unter den Duchten verstärkt man diese zusammengesetzten Spanten gewöhnlich durch besondere Streben (Abb. 239).

1) Mylius und Isphording, der Wasserbau an den Binnenwasserstraßen, Teil II, S. 517. Berlin 1906.

Zuweilen verbindet man den Auflanger durch eine eingesetzte »Knagge« und 2 seitliche Eisenschienen mit der Wrange (Abb. 240); aber alle diese Verbindungen sind mangelhaft (vgl. auch Abb. 42).

Die Steven aus Eichenholz (je nach der Gruppe 24 bis 32 cm im Quadrat stark) werden mit dem Boden durch ein starkes Holzknie (Abb. 241) oder durch einen Eisenwinkel mit Blechverstärkung (Abb. 242) verbunden.

Die Beplankung wird entweder »klinker« ausgeführt, indem die einzelnen Plankengänge sich im Querschnitt überdecken, oder »karvehl«, wenn sie in derselben Ebene stumpf aufeinander stehen. Die letztere Bauart ist bei den Lastschiffen der östlichen Wasserstraßen üblich und verdient im allgemeinen den Vorzug, weil sie eine glatte, weniger Widerstand bietende Schiffswand liefert; die Planken müssen aber mindestens 7 bis 8 cm stark sein,

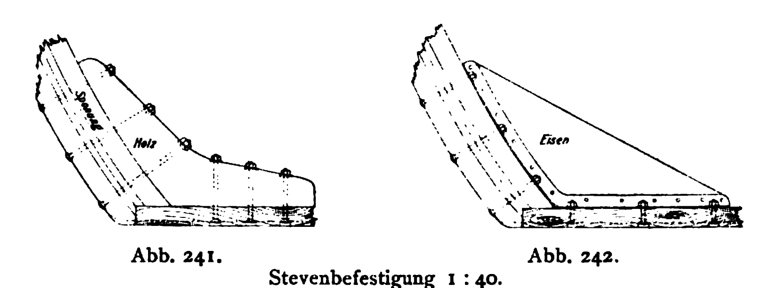


Abb. 241. Abb. 242.
Stevenbefestigung 1 : 40.

damit man dichte Nähte bekommt, während man bei Klinkerborden aus dünnen Brettern durch eine entsprechende Höhe der Überdeckung die nötige Dichtung erreicht.

Die unterste Planke heißt »Bruhne« und wird in der Regel aus Eichenholz gefertigt. Die nach oben folgenden heißen »Mittelbord«, »Windlatte« (oder Schwelle) und »Riesbord«. Zuweilen wird zwischen Mittelbord und Windlatte noch ein Gang eingeschoben, den man Wallschiene nennt. Die Bug- und Heckplanken macht man gewöhnlich aus Eichenholz. Um sie den Linienrissen entsprechend biegen zu können, werden sie in einem langgestreckten, verschließbaren, eisernen oder hölzernen Kasten mehrere Stunden lang mit eingelassenem heißem Wasserdampf gesättigt, »gedämpft«. Die Bordplanken werden in die »Sponung« des Stevens eingefalzt, zweireihig mit ihm vernagelt und dicht hinter seiner Innenseite durch zwei oder drei Schraubbolzen gegenseitig miteinander verbunden. Die Stöße der Bordplanken werden mittels Wechseln bewirkt, die eine Länge von mindestens der dreifachen Breite der Planken haben und durch je 4 senkrechte, beide Stoßenden durchdringende, starke, eiserne Bolzen verbunden sind. Die Wechsel benachbarter Plankengänge müssen versetzt werden, und es muß möglichst vermieden werden, daß überhaupt zwei Wechsel übereinander liegen, besonders mittschiffs und in der Nähe der Segelducht. Da die Planken die Hauptversteifung des Schiffes bilden, ist ihre Verbindung von großer Wichtigkeit. Die Wechsel

im Riesbord und in der Windlatte sollen daher binnenschiffs noch durch eiserne Laschenplatten verstärkt werden, die über 6 bis 7 Spanten reichen. Zur weiteren Versteifung der Bordwände wird empfohlen, sie senkrecht vom Riesbord bis zur Bruhne zu durchbohren und durch 10 bis 12 mm starke, eiserne, mit großer Kraft durchgetriebene Bolzen zu verbinden. Etwa je 2 Stück solcher Bolzen sollten in jeder Abteilung des Laderaums angeordnet werden (vgl. Abb. 239). Klepsch hat damit sehr gute Erfahrungen gemacht und hält sie für besser als die sonst üblichen, seitlich eingetriebenen »Stichnägel« zur Verbindung (zum »Heften«) zweier benachbarter Planken. Es ist einleuchtend, daß diese Verbindung die Festigkeit der Bordwände erhöht und das Durchbiegen (»Durchspannen«) des Schiffskörpers vermindert.

Die Stärke der Planken soll nach den V. V. G. betragen:

bei der Gruppe	1	3	5	7	
Bruhne	6,5	8	9	10	cm
Mittelborde	6,5	8	8,5	9,5	»
Windlatte und Riesbord	8	10	11	12	»

Die Dichtung der Nähte wird wie beim Boden am besten durch 2 geteerte Wergdrähte erreicht, die mit dem meißelartigen »Dichteisen« unter Hammerschlägen fest eingetrieben werden. Dann werden die Nähte verpicht. Das »Spunden«, d. h. das Einlegen von etwa 4 cm breiten dünnen Brettchen aus Eichenholz über die Nähte, ist im allgemeinen weder für den Boden noch für die Borde zu empfehlen. Denn die von den Spunden bedeckten Nähte faulen leicht, und die im Boden angeordneten Spunde verhindern das Zusammenquellen der Nähte. Dagegen ist diese Bauweise beim Ausbessern von alten Schiffen am Platze, wenn deren Nähte vermodert und verwittert sind.

Da im Rheingebiet ein Mangel an geeignetem Kiefernholz zu den Bordwänden besteht, verwendet man Eichenholz in Stärken von 3 bis 4 cm und verbindet die Planken klinker miteinander. Die wagerechten Stöße werden zuweilen noch mit Leisten benagelt (Abb. 112, 113, 125).

Die Bordwände und die oberen Enden der Spanten werden gewöhnlich durch eine rings um das Schiff laufende Bordleiste, das Schandeck, überdeckt, an das sich binnenschiffs zuweilen (am Rhein) das »Futter« oder die »Remme« in einer Höhe von etwa 30 cm anschließt, wodurch eine innere Verbindung der Spanten und eine Längsversteifung des Schiffes erreicht wird (Abb. 113, 116, 131 und 161 an der Weser).

Zur Querversteifung werden in Abständen von nicht mehr als 6 m Duchten oder Schottwände angebracht. Die Stärke der Duchten richtet sich nach der Schiffsbreite: Ihre Breite und Höhe soll je etwa $^1/_{40}$ davon betragen. Die Duchten verspannen je zwei gegenüberliegende Spanten, mit denen sie, ebenso wie mit dem Riesbord, fest zu verbinden sind. Außerdem ist unter jeder Ducht, wenn keine Schottwand darunter steht, eine Verankerung durch 20 bis 30 mm starke Rundeisen vorzunehmen, die mittels Schraubenschlösser zusammengezogen werden.

Unter der besonders starken und festen »Segelducht« oder Segelbank, die durch »Scherstöcke« und Streben gut abgesteift ist, befindet sich der »Spurklotz« oder die Spurbank, die quer oder längs auf dem Schiffsboden liegt und sicher mit ihm verbunden wird. Es ist darin die »Spur« für den Mast eingearbeitet, der sich oben gegen die Segelducht legt.

Die Schottwände aus gespundeten Brettern schließen die einzelnen Teile des Laderaums gegeneinander und gegen die Kajüten ab. Bei größeren hölzernen Schiffen werden einige Schottwände wasserdicht aus versteiftem Blech hergestellt. Namentlich für den Zollverschluß müssen die Schotte zwischen dem Laderaum und den Kajüten aus Eisenblech genietet werden.

Die Bühne wird oft nur aus losen 3 cm starken Brettern hergestellt; besser ist es, sie aus festen Tafeln zu machen, die einzeln aufgenommen werden können. Auch die Hängebühne (Ausschlag) macht man besser beweglich.

Es empfiehlt sich, alle Holzteile innen und außen nach Fertigstellung sauber zu hobeln und dann mit einem Anstrich von fettem, gelbem Kienteer zu versehen, zumal die Hölzer nicht immer vollständig ausgetrocknet sind. Dieser Anstrich schützt vorläufig vor den Einflüssen der Witterung, gestattet aber zugleich ein langsames Austrocknen. Unter Wasser und namentlich für den Boden ist ein Steinkohlenteeranstrich der beste und dauerhafteste.

Stahl- und Eisenbau. Beim Bau von hölzernen Schiffen hat sich seit langer Zeit das Bedürfnis herausgestellt, die hölzernen Spanten durch eiserne oder stählerne zu ersetzen, die aus Winkeln hergestellt werden. Die V. V. G. verlangen allgemein bei Holzschiffen die Verwendung von Spanten aus Stahl oder Eisen, wobei sogar etwas stärkere Abmessungen vorgeschrieben werden als für stählerne Schiffe. Die Entfernung der Spanten darf nicht größer sein als 50 cm. Der auf dem Schiffsboden liegende Teil, der mit dem Boden durch 5 Schraubbolzen und mit den Bodenwrangen durch 4 bis 5 Spitzbolzen oder Kopfschrauben verbunden wird, soll 1 m bis 1,2 m lang sein. Die Spanten müssen im Knie gebogen werden und zwar bei Schiffen mit senkrechten Wänden und scharfer Kimm in einem rechten Winkel. Dazu erwärmt man das Winkeleisen vorher in einem Glühofen hellrot und biegt es auf einer eisernen Richtplatte. Wenn das nicht vorsichtig und sachkundig gemacht wird, was auf kleinen Schiffbauanstalten für Holzschiffe nicht immer vorauszusetzen ist, bekommt das Eisen an dieser wichtigsten Stelle Risse, die seine Festigkeit beeinträchtigen. Davon kann man sich oft durch den Augenschein überzeugen. Es scheint daher richtig, wenn die V. V. G. das Mittel empfehlen, jedes Spant im Knie mit einer 4 bis 6 mm starken und mit wenigstens 4 Nieten befestigten Blechversteifung zu versehen (Abb. 243). Die Verbindung der eisernen Spanten mit den Bordplanken geschieht durch Schraubbolzen.

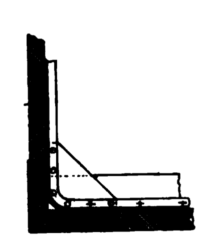


Abb. 243. Mit Blech versteiftes Spant 1:40.

Die so gebauten Schiffe pflegt man allgemein noch als Holzschiffe zu bezeichnen; wenn aber außer dem Boden alle übrigen Bauteile aus Stahl oder Eisen hergestellt werden, spricht man von eisernen oder stählernen Schiffen, deren Herstellung eine andere ist, weil die Mehrzahl der Bestandteile durch Nietung miteinander verbunden wird.

Die Vorbereitung auf dem Schnürboden ist die gleiche; man pflegt aber im Maßstabe 1 : 50 oder 1 : 25 ein halbes Holzmodell anzufertigen, einerseits um die Risse und den Verlauf der gekrümmten Schiffslinien nochmals zu prüfen und andererseits, um darauf die Plattenteilung der Außenhaut zu entwerfen. Wenn das Schiff einen hölzernen Boden bekommt, so wird dieser wie bei Holzschiffen angeordnet. Ebenso besteht kein Unterschied, wenn die Bodenwrangen aus Holz hergestellt werden und auch die stählernen Spanten werden in der vorbeschriebenen Weise mit dem Boden verbunden. In der Regel werden jedoch stählerne Bodenwrangen verwendet, die meistens aus ⊏förmigen, seltener aus ⅂förmigen, gewalzten Trägern bestehen, zuweilen auch aus senkrechten Blechen gebildet werden, die oben (Gegenspant) und unten (Spant) durch je einen Winkel gesäumt sind. Diese stählernen Wrangen müssen durch

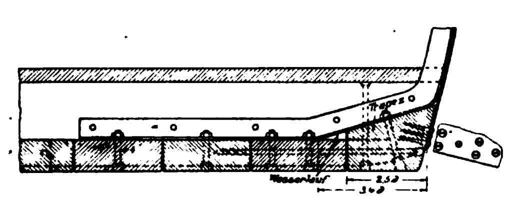


Abb. 244. Trapezförmige Bruhne.

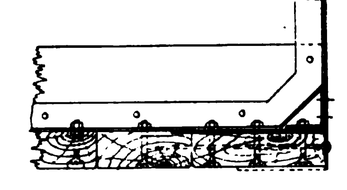


Abb. 245. Befestigung durch Kimmwinkel.

13 bis 15 mm starke Schraubbolzen mit jeder einzelnen Planke des Bodens verbunden werden (Abb. 235). Die Spanten werden mit ihrem senkrechten (breiteren) Schenkel an den Bodenwrangen durch 4 bis 5 Niete und mit ihrem wagerechten (kürzeren) Schenkel am Holzboden durch einige Schraubbolzen befestigt. Wichtig ist die Bildung der Kimm, besonders die Verbindung der Blechhaut mit der Bruhne, zumal hier leicht Undichtigkeiten auftreten. Es werden verschiedene Bauweisen ausgeführt: Am besten ist die Befestigung der Blechhaut durch zwei bis drei Reihen im Zickzack versetzter Holzschrauben an der mit trapezförmigem Querschnitt angeordneten Bruhne (Abb. 244), oder durch doppelte Zickzacknietung an einem Kimmwinkel, der entweder unmittelbar oder mittels einer zwischengelegten 5 bis 7 mm starken Blechplatte (Bodenstringer) durch Schraubbolzen mit der Bruhne verbunden ist (Abb. 245). Im ersten Falle wird zwischen Bruhne und Außenhaut, im anderen zwischen ihr und dem Kimmwinkel oder dem Bodenstringer ein Streifen Leinwand oder ähnlicher Stoff gelegt, der mit Farbe oder Teer getränkt ist. Die Verbindung mittels Kimmwinkels, besonders mit dem Bodenstringer, ist die festere, aber auch die kostspieligere und schwerere, zumal der Winkel ziemlich groß gewählt

werden muß, um die Nietreihen und die Schraubbolzen bequem anbringen zu können. Man gibt ihm in der Regel die Abmessungen des Stringerwinkels. Zuweilen ordnet man noch einen zweiten 5 bis 6 mm starken, 200 bis 300 mm breiten durchlaufenden Blechstreifen unter der Bruhne an (in Abb. 245 punktiert), wodurch die ganze Verbindung noch mehr Festigkeit bekommt. Werden die Bodenwrangen aus ⊏- oder ⅂förmigen Trägern gebildet, so bleibt die Anordnung der Kimm mittels Kimmwinkels dieselbe. Bei Anwendung der trapezförmigen Bruhne werden diese stählernen Träger an den Enden aufwärts

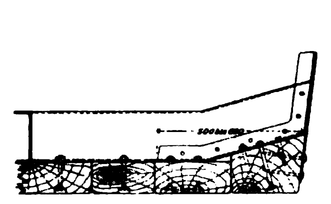


Abb. 246. Trapezbruhne mit eisernen Wrangen 1 : 30.

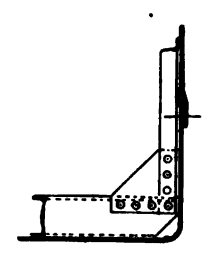


Abb. 247. Verbindung ohne Biegung der Spanten 1 : 30.

gebogen, wie in Abb. 246 dargestellt. Dabei ist zu beachten, daß es in der Regel genügt, die auf dem Boden ruhende Länge des Spants 500 bis 600 mm lang zu machen. Man findet hier oft eine gewisse Verschwendung von Baustoff, durch die das Gewicht des Schiffes überflüssigerweise vermehrt wird. Um den vollen Spantquerschnitt an die stählerne Bodenwrange anzuschließen, genügen 4 bis 5, ausnahmsweise 6 Niete, die in verhältnismäßig kleinen Abständen anzuordnen sind, und es ist zwecklos, das Spant länger zu machen. Empfehlenswert ist bei scharfer Kimm sowohl bei hölzernem wie stählernem Boden auch die in Abb. 247 gezeichnete Verbindung: Zwischen den gerade abgeschnittenen Spanten und Wrangen werden 5 bis 6 mm starke Eckbleche eingelegt. Das gibt den Vorteil, daß weder die Spanten noch die Wrangen zu biegen sind. Namentlich für Schiffe von geringer Breite und niedrigen Wrangen ist dies eine zweckmäßige Anordnung. Bei zusammengesetzten Bodenwrangen werden meistens die Seitenspanten mit dem Bodenspant aus einem Stück hergestellt, das in der Kimm nach einem Halbmesser von 150 bis 200 mm gebogen wird (Abb. 248). Wenn man sie aus zwei Stücken macht, legt man den Stoß, der durch einen Winkel von gleichem Querschnitt zu decken ist, in die Mitte. Bei sehr breiten Schiffen werden zuweilen im Bodenspant zwei Stöße angeordnet und man pflegt dann dem mittleren Teil des Spants nur den kleineren Querschnitt des Gegenspants zu geben. Die Bruhne ist in

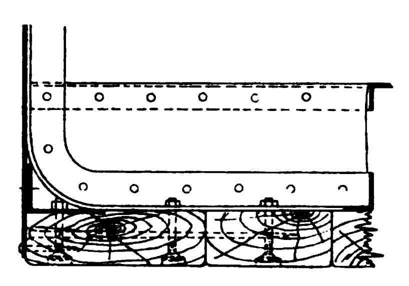
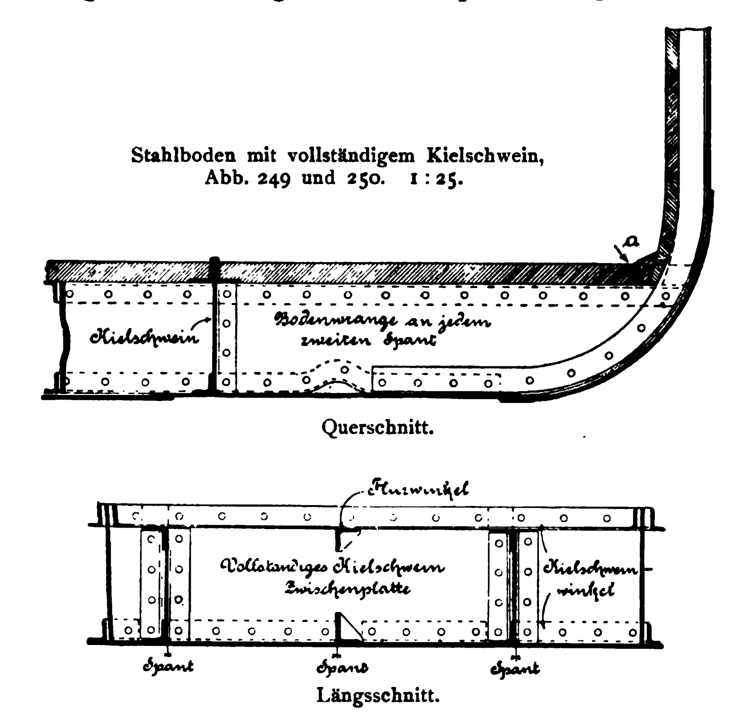


Abb. 248. Zusammengesetzte Wrange mit Kimmwinkel.

allen Fällen mit den benachbarten Bodenplanken durch lange wagerechte Hackbolzen zu verbinden, die ebenso wie alle anderen Bolzen und Schrauben in Eichenholz verzinkt sein müssen. Die Stöße der Bruhne sind mit ganz besonderer Sorgfalt anzuordnen. Damit das Leckwasser am Boden ungehindert zu den Pumpen laufen kann, muß am Ende jeder Wrange ein Wasserlaufloch vorgesehen werden. Bei den bisher mitgeteilten Verbindungen läßt sich das, besonders bei scharfer Kimm, leicht machen, weil der Kimmwinkel dazu die beste Gelegenheit gibt. Bei stählernem Boden und runder Kimm müssen aber in den Bodenwrangen dazu besondere Löcher hergestellt werden, was bei zusammengesetzten Wrangen durch Kröpfen des Spantwinkels und bei



Stahlboden mit vollständigem Kielschwein, Abb. 249 und 250. 1 : 25.

Querschnitt.

Längsschnitt.

⊏- oder ⅂förmigen Wrangen durch Aushauen oder besser durch Einpressen einer halbkreisförmigen Öffnung geschieht (Abb. 249). In neuerer Zeit werden von einigen Schiffbauanstalten mit gutem Erfolge hydraulische Pressen benutzt, um allgemein den Spanten in kaltem Zustande die gewünschte Form zu geben.

Bei Spantentfernungen von 500 mm und darunter ist es nach den deutschen Vorschriften zulässig, nur an jedem zweiten Spant eine vollständige Bodenwrange anzuordnen. (Bei dem beschriebenen Donauschiff (45) ist bei 600 mm Spantentfernung meistens nur jedes dritte Spant mit einer vollständigen Bodenwrange versehen und das scheint sich bewährt zu haben.) In diesem Falle wird an den dazwischen liegenden Spanten in der Höhe der Wegerung zur Unterstützung ein »Flurwinkel« von der Stärke der Gegenspanten angebracht.

Er wird in Abständen von 0,8 m bis 1 m durch kurze, senkrechte Winkel von gleichem Querschnitt unterstützt, die unten mit dem durchlaufenden Spantwinkel vernietet werden (Abb. 250).

Für alle Schiffe mit stählernem Boden sind zur Längsversteifung vollständige oder unvollständige Kielschweine erforderlich[1]). Ein vollständiges Kielschwein besteht aus einer senkrechten Stahlplatte, die unten durch einen Winkel von der Stärke der Gegenspanten und oben durch zwei Kielschweinwinkel von der Stärke der Spantenwinkel gegürtet ist. Diese Platte wird stückweise zwischen und rechtwinklig zu den Bodenwrangen (interkostal) eingesetzt und durch den unteren Winkel mit dem Bodenblech vernietet. Da das Stehblech höher ist als die Bodenwrange, laufen die beiden oberen Kielschweinwinkel über die Bodenwrangen hinweg und werden an den Kreuzungstellen mit den Gegenspanten vernietet. Außerdem wird das Stehblech an jeder Wrange und an jedem Ende durch kurze senkrechte Winkelstücke und Niete befestigt (Abb. 249 u. 250). Zuweilen werden die Kielschweine auch so angeordnet, daß ihr Stehblech auf der ganzen Länge zwischen je zwei Schottwänden in einem Stück durchgeführt wird, während die Boden-

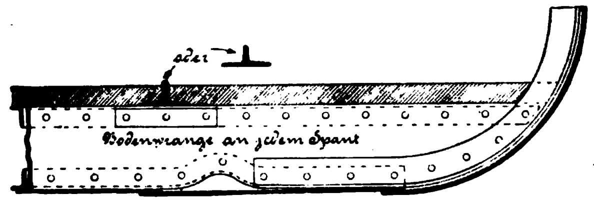


Abb. 251. Unvollständiges Kielschwein.

wrangen geteilt und durch senkrechte Winkel an das Stehblech angeschlossen werden. Wenn die Bodenwrangen nur bei jedem zweiten Spant angebracht sind, muß das Stehblech des Kielschweins zur Durchführung der Flurwinkel, mit denen die Kielschweinwinkel vernietet werden, entsprechende Öffnungen erhalten (Abb. 250). Unvollständig nennt man ein Kielschwein, wenn Stehblech und unterer Gurtwinkel fortfällt, und nur die oberen beiden Kielschweinwinkel, zusammengerückt und miteinander vernietet, über alle Bodenwrangen hinweggeführt werden. Diese Winkel werden oft durch ein ⊥-Eisen von gleichem Querschnitt ersetzt. Die Versteifung durch unvollständige Kielschweine ist lange nicht so kräftig als durch vollständige und darf daher in der Regel nur angeordnet werden, wenn bei jedem Spant eine Bodenwrange liegt. Um die unvollständigen Kielschweine mit jeder Bodenwrange durch 4 Niete zu verbinden, müssen an diesen kurze Gegenwinkel an der anderen Seite des Stehblechs angebracht werden (Abb. 251). Die erforderliche Zahl der vollständigen und unvollständigen Kielschweine richtet sich im allgemeinen nach der Schiffsbreite. Der Germanische Lloyd schreibt folgendes vor:

1) In seltenen Fällen werden auch hölzerne Böden an der Elbe mit unvollständigen stählernen Kielschweinen verstärkt.

Schiffsbreite:	I. Bodenwrangen an jedem Spant		II. Bodenwrangen an jedem zweiten Spant	
	Vollständige	Unvollständige	Vollständige	Unvollständige
bis 5,5 m	—	1	—	1
5,5 m bis unter 7,0 m	—	2	1	—
7,0 m » » 8,5 m	—	3	2	—
8,5 m » » 10,5 m	1	2	3	—
10,5 m » » 12,5 m	2	2	4	—
12,5 m und darüber	3	2	5	—

Im Falle I dürfen aber die vollständigen Kielschweine auch durch unvollständige ersetzt werden. Die V. V. G. lassen eine etwas geringere Anzahl zu. Sämtliche Kielschweine müssen sich über die ganze Schiffslänge erstrecken, soweit dies die Form des Bodens zuläßt. Außer den Kielschweinen empfiehlt es sich, noch beiderseits nahe der Kimm je einen Winkel (*a*) über die Bodenwrangen zur Begrenzung der Wegerung zu legen (Abb. 249).

Die Steven werden entsprechend der Bug- und Heckform angeordnet. Bei scharfen Formen werden beide Steven in der Regel aus Flachschienen hergestellt, die je nach der Größe der Schiffe 70 bis 150 mm breit und 15 bis 40 mm stark sind. Bei abgerundeten Formen werden sie zuweilen aus einem Winkel oder auch aus einer gebogenen Blechplatte gebildet, die durch doppelte Winkel mit einer innen liegenden, rechtwinklig dazu gestellten Trägerplatte verbunden wird. Für den Hintersteven wird oft auch ein ⊓förmiger Querschnitt gewählt. Der unter den Boden reichende Teil des aus einer Flachschiene hergestellten Stevens soll wenigtens 1 m lang sein und muß, um einen rechten Winkel gedreht, flach auslaufend geschmiedet werden. Zur besseren Versteifung des Bugs (auch gegen Eis) werden Spanten und Wrangen zwischen dem Vorsteven und dem Sicherheitschott meistens in halben Spantentfernungen angeordnet. Den Wrangen gibt man dabei auch eine größere Höhe bis zu 600 mm. Die Vernietung der Blechhaut mit den Steven muß in der Regel mindestens eine doppelte Zickzacknietung sein, wobei meistens Niete von 3 mm größerer Stärke verwendet werden, als sonst vorgeschrieben ist.

Die Außenhaut und deren gute Vernietung ist für die Festigkeit und Dichtigkeit von großer Bedeutung. Ihre Stärke hängt wesentlich von der Schiffslänge ab. Die Bodenplatten von Schiffen, die oft den Grund berühren, sollten um 1 bis 2 mm verstärkt werden. Die Bordwände bestehen aus dem Kimmgang, den Seitengängen und dem (obersten) Schergang. Schiffe von geringer Höhe (etwa 2 m) bekommen oft nur 2 Gänge. Die Blechstärke ist bei größeren Schiffen im allgemeinen zu 6 bis 8 mm für den Boden- und Kimmgang, zu 5 bis 7 mm für die Seitengänge und zu 6 bis 9 mm für den Schergang zu wählen. Aber diese Stärken sind nur für das Mittelschiff nötig,

wo die größten Biegemomente auftreten. Der Germanische Lloyd verlangt daher diese Stärken nur auf 0,6 der Länge, während sie an den Schiffsenden beim Boden- und Kimmgang sowie bei den Seitengängen um ein halbes, beim Schergang um ein ganzes mm schwächer sein dürfen. Die V. V. G. lassen diese Verminderung nur auf 0,2 der Länge am Hinterschiff zu. Im allgemeinen kann die Stärke der Außenhaut um so geringer sein, je stärker die Längsversteifung des Schiffes ist. In der Regel werden die einzelnen Gänge, wo sie in ihrer Längsrichtung zusammentreffen, »überlappt« (man sagt hier nicht »klinker«) und in einfacher Reihe genietet. Wenn die Dicke ausnahmsweise aber 10 mm überschreitet, wird doppelte Nietung nötig. Die Stöße in der Querrichtung werden am besten durch »Laschen« bewirkt. Alle Nähte und Stöße müssen dicht zusammengepaßt und verstemmt werden.

Für die verschiedenen Blechstärken sind die nachstehend aufgeführten Nietdurchmesser in mm zu wählen:

Blech = 3 — 3,5 — 4 — 4,5 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 — 11 — 12 mm
Niet = 8 — 10 — 10 — 12 — 12 — 14 — 16 — 16 — 16 — 18 — 18 — 20 mm

Für die nötige Breite der Überlappungen und der Stoßbleche mag folgende kleine Tabelle einen Anhalt bieten:

	bei einem Nietdurchmesser von mm						
	8	10	12	14	16	18	20
Breite der Überlappung bei einfacher Nietung	28	35	42	50	56	62	70
» » » » Zickzack-Nietung	48	60	72	84	96	108	120
» » » » Ketten-Nietung	56	70	84	98	112	126	140
» des Stoßblechs bei doppelter Zickzack-Nietung	96	120	144	168	192	216	240
» » » » » Ketten-Nietung	112	140	168	196	224	252	280
Dicke » » » » Nietung	3,5	4,5	6,0	7,0	9,0	11,0	13,0
Breite » » » dreifacher Zickzack-Nietung	136	170	204	238	272	306	340
» » » » » Ketten-Nietung	168	210	252	294	336	378	420
Dicke » » » » Nietung	4,0	5,0	7,0	8,0	10,0	12,0	14,0

Die Länge der Platten soll, mit Ausnahme der Enden, mindestens sechs Spantentfernungen betragen. Die Stöße nebeneinander liegender Gänge der Außenhaut, sowie die der Schergänge und Deckstringer dürfen nicht näher zusammenliegen als zwei Spantentfernungen. Die Stöße zweier durch einen zwischenliegenden Gang getrennter Plattengänge dürfen einander nicht näher liegen als eine Spantentfernung. Zwischen zwei in demselben Querschnitte liegenden Stößen müssen stets zwei Plattengänge durchlaufen. Wo einzelne Platten an den Spanten und Bodenwrangen nicht dicht anliegen, müssen »Füllstreifen« dazwischen gelegt werden. Die dadurch hervorgerufene Verschwendung von Baustoff und Vermehrung des Eigengewichts wird neuerdings dadurch beseitigt, daß die Überlappungstreifen der Platten durch besondere Maschinen geflanscht werden (»joggeln« genannt, engl.), wie in Abbildung 247 dargestellt. Zuweilen werden auch die Spanten gekröpft, um die Füllstreifen zu vermeiden (vgl. Abb. 261). Für die Stöße der Außenhaut genügt in der

Regel doppelte Nietung. Bei Schiffen, die im Verhältnis zu ihrer Höhe aber eine bedeutende Länge (etwa 30fache) haben, müssen die Stöße des Schergangs und Kimmgangs im Mittelschiff dreifach genietet werden.

Die Nietteilung, also die Entfernung der Niete, soll bei einfach genieteten Nähten 3.5 d betragen, wenn d der Nietdurchmesser ist, der Abstand der Nietmitten vom Rande der Platten oder Winkel möglichst 1,75 d (Abb. 252). Die Zeichnungen entsprechen den V. V. G. und der oben mitgeilten Tabelle, während der G. L. etwas kürzere Nietteilung mit etwas schmäleren Stoßplatten empfiehlt.

Bei Verbindungen von Blechen mit Formstahlen schreibt der G. L. vor, daß die Nietteilung höchstens betragen soll:

Außenhaut mit Spanten, Bodenwrangen mit Spanten und Gegenspanten, Schottplatten mit ihren Versteifungen und Deckbeplattung mit Deckstringern und Deckbalken (wenn an jedem Spant)	8 d
Deckstringer und Lukenstringer mit Deckbalken (wenn an jedem zweiten Spant)	5,5 d
Außenhaut mit den Steven, Kielschweinbleche mit ihren Winkeln und bei den eingesetzten Stringerwinkeln	5 d
Außenhaut mit Stringerwinkel	4,5 d
Schottbleche mit Schottspanten und Außenhaut	4 d

Bei Kastenschiffen, namentlich für Petroleum muß die Nietung im Bereich der Ölräume und Wasserschutzräume noch sorgfältiger und dichter sein. Die Nietteilung soll bei einfacher Nietung nicht über 3 d, bei doppelter nicht über 3,5 d gehen. Alle Nähte und Stöße der Außenhaut sind doppelt zu nieten, falls nicht schon an sich eine dreifache Nietung erforderlich ist. Der G. L. gibt noch eine Reihe weiterer Vorschriften darüber.

Alle Nietköpfe in der Außenhaut müssen versenkt werden, wobei die Höhe des im Blech versenkten Kopfes gleich 0,5 d sein soll (Abb. 253).

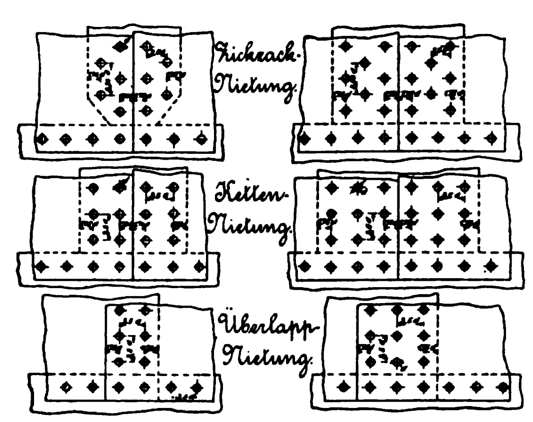


Abb. 252. Nietteilung bei Stößen.

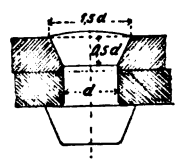
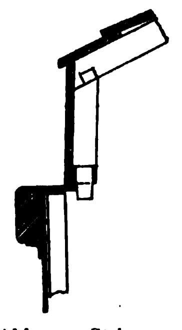


Abb. 253. Versenkter Niet in der Außenhaut.

Der Stringer (Deckstringer) bildet mit dem Stringerwinkel den oberen Abschluß der Bordwand und gewissermaßen die obere Gurtung der als Blechträger wirkenden Außenhaut. Bei Schiffen ohne festes Deck sind diese beiden Teile die einzige obere Längsversteifung, also von besonderer Wichtigkeit. Die Stringerplatten bilden bei allen guten Schiffen gleichzeitig den vom Vordeck zum Hinterdeck reichenden Bordgang. Da bei den älteren Holzschiffen auf den östlichen Wasserstraßen in der Regel kein durchlaufender Bordgang vorhanden war und die obere Längsversteifung nur durch die starken Bordwände bewirkt wurde, hat man beim Übergang zum Eisenbau zunächst nur den Stringerwinkel allein eingeführt, der in Verbindung mit einer kräftigen hölzernen Scheuerleiste und zuweilen mit einem zweiten unter dieser

angeordneten Winkeleisen die Längsversteifung übernehmen soll. Die V. V. G. verlangen darum bei Schiffen der Grupppen 1 und 2, also einschließlich der Schiffe nach Finowmaß, keinen Stringer. Besser ist die Anordnung eines Stringers bei jedem Schiffe, wie es der G. L. vorschreibt. Will man bei kleineren Schiffen von einem besonderen Bordgang absehen, so empfiehlt sich ein Stringer in ⌐┘-Form, wie er z. B. bei dem mitgeteilten stählernen Oderschiff nach Finowmaß (8) angebracht ist (Abb. 254). Da die Längsversteifung im Mittelschiff am nötigsten ist, kann sowohl die Breite wie die Stärke der Stringerplatten nach den Schiffsenden abnehmen. Weil glatte Bleche beim Begehen gefährlich sind, verwendet man in der Regel zu den Bordgangplatten ebenso wie bei den festen Decks geriffelte Bleche. Diese werden aber bei Schnee- und Frostwetter gefährlich, weil die innerhalb der Riffeln zurückbleibende dünne Wasserschicht leicht zu Eis gefriert. Besser sind die in neuester Zeit in den Handel gebrachten, sogenannten »Warzenbleche«, weil das Wasser zwischen den 7 bis 8 mm im Durchmesser großen und 1 bis 2 mm hohen Warzen


Abb. 254. Stringer aus ⌐┘-Eisen 1 : 30.

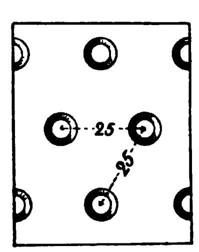
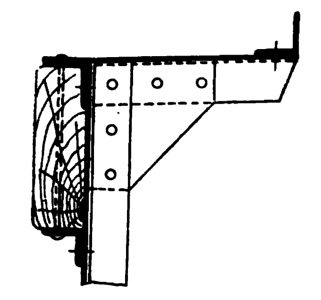


Abb. 255. Warzenblech 1 : 2.


Abb. 256. Stringerwinkel mit hölzerner Scheuerleiste.

schnell abfließen kann (Abb. 255). Bei der Bemessung der Blechstärken pflegt weder die Höhe der Warzen noch die der Riffeln mitgerechnet zu werden. Die Stöße der Stringerplatten (durch untergelegte Laschen) müssen in der ganzen Länge der Laderäume dreifach genietet werden. Die Stöße der Stringerwinkel und der ähnlich wirkenden Scheuerleistenwinkel sind gleichfalls mit größter Sorgfalt, am besten durch Winkel von gleichem Querschnitt und genügender Länge herzustellen, eine Vorschrift, die nicht immer ausreichend beachtet wird. In der Regel wird die Stringerplatte binnenschiffs noch durch einen zweiten Winkel, den »inneren Stringerwinkel« gesäumt, der etwas schwächer wie der äußere sein kann, sonst aber ebenso zu behandeln ist. Bei verdeckten Laderäumen dient er zugleich zur Befestigung des Tennebaums oder des Luksülls.

Die Verbindung der Stringerplatten mit Stringerwinkel, Außenhaut und Spanten wird verschieden ausgeführt. Zu beachten ist, daß Kröpfungen und Füllstreifen möglichst vermieden werden. Wenn das Schiff starke hölzerne

Scheuerleisten bekommt, legt man den äußeren Stringerwinkel außenbords (Abb. 256) und darüber die Stringerplatte, die durch einen kurzen Deckbalken von der Stärke der Spanten und durch ein zwischengelegtes Eckblech von der Stärke der Bodenwrangen mit dem Spant verbunden wird. Wenn der Schiffskörper außen glatt oder nur mit Halbrundstahlen versehen wird, muß der Stringerwinkel innen angebracht werden: entweder unter oder über die Stringerplatte. Im ersteren Falle kann man den senkrechten Winkelschenkel außenbords über die Blechhaut legen (Abb. 257) oder besser ganz hinein, wobei man die Spanten an der Unterkante des senkrechten Winkelschenkels aufhören läßt, um keine Verkröpfungen zu bekommen (Abb. 258). Am Rhein ist es üblich, den Stringerwinkel über die Stringerplatte zu legen. Dies hat den Vorteil, daß der Bordgang nach außen fest begrenzt wird und ein Abgleiten und Herunterfallen der auf ihm verkehrenden Mannschaft verhütet wird, besonders wenn an dem Stringerwinkel noch Pfosten für ein leichtes Handgeländer aus Drahtseilen befestigt werden (Abb. 259). Es muß in diesem Falle aber für die Entwässerung des Bordgangs durch »Speigaten« gesorgt werden.

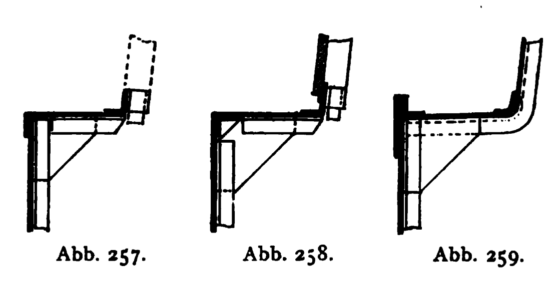


Abb. 257. Abb. 258. Abb. 259.

Die Scheuerleisten (Berghölzer, Reibhölzer) werden an den östlichen Wasserstraßen meistens aus Eichenholz, Pichpine oder Kiefernholz in Querschnitten von 25 bis 32 cm Höhe und 8 bis 10 cm Breite hergestellt und, wie aus Abb. 256 ersichtlich, in der Regel mit dem außenbords angeordneten Stringerwinkel und einem zweiten unterhalb angebrachten Winkel von geringerer Stärke durch dünne Schraubbolzen oder Nietbolzen verbunden. Das Verbot des G. L., Befestigungsbolzen für Scheuerleisten unter dem Deck durch die Außenhaut zu ziehen, ist sehr zu billigen. An der Elbe verwendete man früher sehr starke Hölzer und legte öfters vor die 8 cm starke Eichenbohle noch ein kiefernes Holz von 10 bis 12 cm im Quadrat.

In dem Bestreben, die Abmessungen der Schiffe zu vergrößern, ist man auf den Wasserstraßen mit Schleusen durch die polizeilichen Vorschriften über die größte zulässige Gesamtbreite beschränkt und man hat deshalb die Dicke der Scheuerleisten in neuerer Zeit mehr und mehr verringert, um eine größere Nutzbreite zu gewinnen. Man hat sie schließlich ganz fortgelassen und an ihrer Stelle ein oder zwei Halbrundschienen (meist 60 · 25 mm stark) angebracht. Das ist offenbar keine Verbesserung; denn einerseits geben diese Schienen nicht den früheren elastischen Schutz, andererseits wird durch die vielen dabei erforderlichen Nietlöcher der Schergang geschwächt, ohne wesentlich an Festigkeit zu gewinnen. Außerdem ist auf vielen Wasserstraßen mit Schleusen zum Schutz dieser Bauwerke die Anbringung hölzerner Scheuer-

leisten für alle Schiffe polizeilich vorgeschrieben. Diese Schwierigkeit sucht man zuweilen dadurch zu beseitigen oder zu umgehen, daß man zwischen beiden Rundschienen noch eine etwa 15 cm hohe und 4 cm starke hölzerne Scheuerleiste befestigt, die sich aber bald abnutzt, so daß später doch die eisernen Schutzschienen hervortreten. Am Rhein und an anderen Wasserstraßen, wo solche Vorschriften nicht bestehen, werden in der Regel keine hölzernen Scheuerleisten angewendet, dafür aber sogenannte Bergplatten oder »Bergschienen«. Das sind Stahlplatten von 200 bis 400 mm Höhe und 10 bis 20 mm Stärke, die mit dem Stringerwinkel und dem Schergang vernietet werden und eine gute Verstärkung des Stringers bilden (vgl. Abb. 259). Zuweilen wird auf dieser Bergplatte noch ein Rundstahl befestigt.

Schottwände (Schotte) sollen zur Querversteifung des Schiffes in der Regel in Abständen von höchstens 10 m angeordnet werden. Außerdem ist im Vorschiff, etwa in 0,05 · L Entfernung vom Vorsteven, stets ein Sicherheitsschott (Kollisionschott) anzuordnen. Das vom G. L. für alle Schiffe, die gewöhnlich geschleppt werden, verlangte Sicherheitschott im Hinterschiffe wird nur selten angetroffen. Alle Schottwände sollen in der Regel wasserdicht genietet werden.

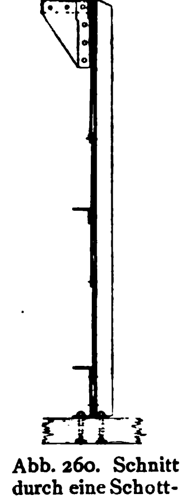


Abb. 260. Schnitt durch eine Schottwand.

Die Blechdicke ist je nach der Schiffsbreite 3 bis 5 mm. Zur senkrechten Versteifung dienen Winkel in Stärke der Spanten und in Spantentfernung (nach den Vorschriften der V. V. G. in Abständen von 600 bis 750 mm und in geringeren Stärken). Eine wagerechte Versteifung wird vom G. L. nur bei Höhen über 3,3 m durch einen Winkel (auf der anderen Seite) vorgeschrieben, der etwa in $^1/_3$ der Höhe über dem Boden angebracht wird, während die V. V. G. in allen Fällen diesen Winkel in halber Höhe und in der Stärke der Spanten für nötig halten. Zur Verbindung der Schotte mit der Außenhaut genügt ein Spantwinkel, der aber mindestens um 1 mm dicker sein soll. Der obere Abschluß der Schottwände in den Laderäumen — wenn die Wände nur bis zur Stringerhöhe reichen — wird durch einen ⊏förmigen Balken vom Querschnitt der Bodenwrangen gebildet, dessen hohe Seite meistens wagerecht, seltener senkrecht gelegt wird (Abb. 260). Er wird in Abständen von etwa 2,5 m durch Winkelstücke und Eckbleche gegen die Wand abgestützt, um das Kanten zu verhindern. Diese Balken, auch Duchtbalken oder Duchten genannt, müssen auch angeordnet werden, wenn die Schottwände über Stringerhöhe hinaus bis unter das Verdeck reichen.

Wenn mit Rücksicht auf die Ladung die Schottwände in größeren Abständen als 10 m (bis höchstens 12,5 m, V. V. G.) eingebaut werden sollen, muß der Schiffskörper dazwischen entweder durch feste oder bewegliche Duchten (»Raumbalken«) oder durch mehrere Rahmenspanten versteift werden. Duchten aus ⊏-Stahl von der Stärke der Bodenwrangen werden meistens senkrecht gestellt und oben auf ganzer Länge noch durch einen Winkel verstärkt. Sie müssen mit dem Stringer und den Spanten durch Eckbleche verbunden werden. Diese Verbindung kann bei losnehmbaren Duchten gewöhnlich nur durch Schraubbolzen gemacht werden und die damit zusammenhängenden Arbeiten sind schwierig und umständlich, zumal bei breiten Schiffen die Duchten noch in der Mitte gegen den Boden abgestützt werden

müssen und auch diese Verbindungen jedes Mal zu lösen sind. Neuerdings wird deshalb die Versteifung größerer Laderäume durch Rahmenspanten bevorzugt, die man in Abständen von 2,5 bis 3,5 m anordnet. Sie bestehen aus Blechen von der Stärke der Bodenwrangen, werden oben mit dem Stringer, seitlich mit dem Spant und unten mit der Bodenwrange verbunden und nach dem Raume zu durch einen oder zwei Winkel von der Stärke der Gegenspanten gesäumt. Die Breite des Blechs beträgt je nach Höhe und Abstand 200 bis 400 mm. Würde man die Breite noch größer machen, so würde man zu den senkrechten Halbschotten kommen, wie sie z. B. bei dem Elbschiff mit Stahlboden und festem Deck (15) ausgeführt worden sind. Die Anwendung der Rahmenspanten ist auch bei Abständen der Schottwände von weniger als 10 m zu empfehlen, besonders wenn der Abstand größer ist als die Schiffsbreite. Oft werden die Duchten mit Rahmenspanten verbunden, vgl. Abb. 63 (Oderschiff) und Abb. 154 (Dortmund-Ems-Kanalschiff).

In der letzterwähnten Abbildung bemerkt man binnenschiffs an den Bordwänden in halber Höhe über dem Boden zwei wagerecht angeordnete Winkel von 65 · 50 · 6,5 mm Stärke, die über die Spanten hinweglaufen und mit ihnen sowie mit den Rahmenspanten durch Winkelstücke verbunden sind. Man nennt sie Raumstringer oder Seitenstringer. Die Vorschriften der V. V. G. verlangen sie nicht; aber der G. L. schreibt sie für alle Schiffe von mehr als 2 m Seitenhöhe vor. Sie werden in der Binnenschiffahrt selten ausgeführt, sind auch bei den großen Rheinschiffen nicht üblich. Die Donauschiffe (44) hatten sie früher. Da diese Winkel in der wagerechten Nullebene des als Balken gedachten Schiffes liegen, haben sie auf die Längsversteifung keinen Einfluß und können bei Schiffen mit dem Zeichen **I—** wohl fortgelassen werden.

Um die für die wichtigsten, die Festigkeit bedingenden Bauteile von den V. V. G. und vom G. L. vorgeschriebenen Abmessungen zu vergleichen, sind sie für drei Schiffe mit Stahlboden ermittelt und in einer Tafel zusammengestellt worden. Es wurden dazu gewählt:

1. Ein Oderschiff nach Breslauer Maß, Länge über alles 55 m, zwischen den Loten 53,3 m, Breite über den Scheuerleisten 8 m, auf den Spanten 7,88 m, geringste Seitenhöhe 2 m, Tauchtiefe 1,75 m.

2. Ein Elbschiff nach Plauer Maß, Länge über alles 65 m, zwischen den Loten 63,5 m, Breite über den Scheuerleisten 8 m, auf den Spanten 7,88 m, geringste Höhe bis Stringer 2,2 m, Tauchtiefe 1,95 m.

3. Ein großes Elbschiff, Länge über alles 76 m, zwischen den Loten 74,15 m, Breite über den Scheuerleisten 10,58 m, auf den Spanten 10,5 m, geringste Höhe bis Stringer 2,2 m, Tauchtiefe 2,2 m.

Nach den Vorschriften des G. L. ist die

Quernummer der 3 Schiffe, Q	9,6	9,8	12,7
Längsnummer, QL	512	652	942

Nach den Vorschriften der V. V. G. gehören die

3 Schiffe zu den Gruppen	4	5	7

Bei allen 3 Schiffen ist vorausgesetzt, daß die Bodenwrangen an jedem Spant angeordnet werden. Nach den Vorschriften des G. L. müssen Stringerplatte, Scher- und Kimmgang verstärkt werden, wenn die Schiffslänge mehr als das 20fache der Höhe beträgt und zwar um je 1 mm, wenn QL unter 600, und um 1,5 mm, wenn QL über 600 ist.

Bauteile	Alle Maße in Millimeter					
	Schiff nach Breslauer Maß		Schiff nach Plauer Maß		Elbschiff	
	G. L.	V. V. G.	G. L.	V. V. G.	G. L.	V. V. G.
*Spantentfernung	540	500	550	500	580	500
*Spanten	65·50·6,5	75·50·7,5	65·50·6,5	75·50·8	75·65·7	80·60·8,5
*Bodenwrangen	210·5,5	210·5,5	210·5,5	210·5,5	260·6,5	250·7
*Gegenspanten	50·50·6	50·50·6	50·50·6	50·50·6	55·55·7	60·60·7
Boden (mittschiffs u. an den Enden)	7,5—7	6	7,5—7	6,5	8—7,5	7.5
Kimmgang » » » » »	8,5—7	7	9—7	7	9,5—7,5	8
Seitengang » » » » »	6,5—6	6—5,5	6,5—6	6,5—6	7—6,5	7—6,5
Schergang » » » » »	8,5—6,5	7—6,5	9,5—7	7—6,5	10,5—8	8—7
Deckstringer-Breite (mitt. u. Enden)	485—320	250—200	575—390	300—240	725—490	350—280
» -Stärke » » »	8—6	7—6	9—6	8—7	10,5—7,5	10—9
Stringerwinkel (äußerer)	70·70·8	60·60·7	70·70·8,5	60·60·8	80·80·9,5	80·80·10
*Schottwände (Dicke unten u. oben)	3,5—3,0	3,5	4,0—3,5	3,5	4,5—4,0	4

Bei Betrachtung dieser Tafel muß daran erinnert werden, daß die Gruppen der V. V. G. nach dem Produkt aus Länge und Breite eingeteilt sind, während bei den Abmessungen des G. L. die oben mit * bezeichneten von der Schiffslänge ganz unabhängig sind und nur nach Breite und eingetauchtem Umfange zunehmen. Die Außenhaut soll im Boden, Kimm- und Schergang nach dem G. L. erheblich stärker sein als bei den V. V. G. Infolge dieser größeren Stärke können die Spantentfernungen größer und die Spanten selbst wieder schwächer gewählt werden; denn es ist einleuchtend, daß die letzteren um so schwächer sein dürfen, je stärker die Außenhaut ist. Die Ersparnis an Stahl bei den Spanten und Wrangen wird beim G. L. durch die erheblich größeren Abmessungen und Stärken des Stringers und zum Teil des Stringerwinkels ausgeglichen. Das sind die zur Versteifung der nicht mit festem Eisendeck versehenen Schiffe wichtigsten Teile. Die stärkeren und schwereren Abmessungen des G. L. werden gemildert und einer Eisenverschwendung dadurch vorgebeugt, daß alle Bleche nur auf 0,6 · L mittschiffs in diesen Stärken ausgeführt werden, nach beiden Schiffsenden zu aber wesentlich abnehmen. Auf diese Weise wird angenähert eine gleiche Festigkeit des Schiffskörpers erreicht. Man beachte z. B., daß bei dem großen Elbschiff der Deckstringer von 725 mm Breite und 10,5 mm Stärke nach den Enden zu bis auf 490 mm und 7,5 mm abnimmt. Nach den Vorschriften der V. V. G. ist die Verminderung der Stärken nach den Enden zu geringer, bei den Boden- und Kimmblechen gar nicht und beim Seiten- und Schergang nur beim Hinterschiff zulässig. Das Gesamtgewicht der Schiffe dürfte nach den Vorschriften des G. L. im allgemeinen größer ausfallen.

Für das Gebiet der Weser und Ems bestehen keine besonderen Vorschriften: Die Mehrzahl der neueren stählernen Schiffe wird aber im allgemeinen nach den Regeln des G. L. gebaut. Im Rheingebiet hat sich dagegen eine eigene Bauweise, zuerst in Holland und dann in Deutschland, ausgebildet.

Zum Vergleich der dort üblichen Abmessungen der Hauptbauteile mit den Vorschriften des G. L. ist die folgende Tafel aufgestellt. Es wurden drei in neuester Zeit gebaute Rheinschiffe von annähernd gleicher Tragfähigkeit (1700 bis 1800 t) ausgewählt, wie sie jetzt mit Vorliebe beschafft zu werden pflegen. Das erste ist auf einer holländischen, die beiden anderen auf deutschen Werften hergestellt. Sie haben nachstehende Hauptmaße:

	I	II	III	
Länge zwischen den Loten . . .	82,5	85,0	83,0	m
Größte Breite auf den Spanten . .	11,0	11,0	11,0	»
Kleinste Seitenhöhe bis Stringer .	2,5	2,6	2,7	»
Quernummer nach G. L. . Q =	13,5	13.6	13,7	»
Längsnummer nach G. L. . QL =	1114	1156	1137	
Im Mittel		1136		

Alle Schiffe haben gleiche Formen, runde Kimm und Bodenwrangen an jedem Spant. Alle Maße in Millimeter.

Bauteile	In Holland gebautes Schiff I	In Deutschland gebaute Schiffe II	III	Nach den Vorschriften des G. L.
Spantentfernung	500	450	500	590
Spanten	80 · 50 · 8	75 · 55 · 7	85 · 55 · 8	85 · 65 · 7,5
Bodenwrangen	320 · 7	350 · 6	350 · 6,5	270 · 6,5
Gegenspanten	2 · 50 · 50 · 6	2 · 50 · 50 · 5,5	2 · 50 · 50 · 6,5	60 · 60 · 7
Boden (mittschiffs und an den Enden)	7,5	7,5	8	8,5—8
Kimmgang » » » » »	9—7,5	10—7	10—8	10—8
Seitengang » » » » »	7,5	7	8	7,5—7
Schergang » » » » »	14—8	12—7	13—8	11—8
Deckstringer-Breite	800	800	850	850—570
» -Stärke	10—8	10—7	12—10,5	10,5—7,5
Stringerwinkel, äußerer	100 · 75 · 12	90 · 75 · 12	90 · 75 · 12,5	90 · 90 · 10
» innerer	75 · 50 · 7	60 · 60 · 8	65 · 65 · 10	
Tennebaum-Höhe	600	620	650	
» -Stärke (mitt. u. an den Enden)	10—8	8—7	8	7—6
» obere Verstärkungsplatte	300 · 9	250 · 10	250 · 8	
» oberer Winkel	2 · 75 · 50 · 7	75 · 55 · 7	85 · 55 · 8	
Unvollständige Kielschweine, Zahl	6	3	3	4, davon 2 vollständige
» » Querschnitt ⊥	100 · 50 · 8	100 · 50 · 8,5	100 · 50 · 7	
dazu 2 Winkel an der Wegerung	50 · 50 · 6	50 · 50 · 5	50 · 50 · 6,5	
Schotten-Dicke (unten und oben)	7—5	6	6	4,5—4

Beim Vergleich beachte man, daß am Rhein die Bodenwrangen in der Regel oben mit 2 Gegenspanten versehen werden. Die Verwendung von vollständigen Kielschweinen ist neuerdings nicht sehr häufig; sie kommt nur vor, wenn die Bodenwrangen an jedem zweiten Spant angebracht werden.

Es ergibt sich ohne weiteres, daß die nach den Vorschriften des G. L. gebauten Schiffe erheblich leichter sein würden: Die von ihm verlangten Abmessungen sind fast durchweg kleiner. Besonders kräftig gebaut ist das Schiff I, besonders wenn man beachtet, daß nach dem G. L. für seine Längsnummer 1114 noch kleinere Abmessungen verlangt werden würden, als nach dem Mittel von 1136. Man könnte fast sagen, daß hier eine Verschwendung von Baustoff vorliegt. Wenn zuweilen gesagt wird, daß die in Holland gebauten Schiffe weniger fest sind als die deutschen, so kann sich das im vorliegenden Falle nicht auf die Abmessungen der Bauteile beziehen. Eine andere, nicht minder wichtige Frage ist aber, ob die Zusammensetzung, besonders die Nietung von entsprechender Güte ist. Darauf sollte man überall während des Baues und bei der Abnahme ein wachsames Auge haben. Die später in Tätigkeit tretende Untersuchungskommission oder der Beamte der Einschätzungs-(Klassifikations-)Gesellschaft kann wenig mehr ändern, muß sich vielmehr mit der vollendeten Tatsache abfinden.

Deck und Mastköcher. Die meisten Lastschiffe haben feste Vor- und Hinterdecks (auch »Pflicht« und »Stand« genannt), die bei hölzernen Schiffen in der Regel und bei eisernen oder stählernen Schiffen zuweilen aus Holz hergestellt werden, fast immer jedoch auf eisernen oder stählernen Deckbalken ruhen. Für diese genügt bis zu einer Schiffsbreite von 6 m der Querschnitt der Spantwinkel, wenn an jedem Spant ein Deckbalken durch ein Eckblech befestigt wird. Bei größeren Schiffsbreiten und weiteren Ab-

ständen sind stärkere Balken oder besondere Deckstützen (Säulen) erforderlich. Die Stärke der Deckplanken aus Kiefernholz soll 50 bis 60 mm betragen. Diese Planken dürfen nur in ganz ausgetrocknetem Zustande verwendet werden, weil sie andernfalls in der Sonne nachtrocknen, sich zusammenziehen und die Fugen öffnen. Am besten ist Teakholz, weil es die gute Eigenschaft hat, beim Austrocknen seinen Raum fast gar nicht zu verändern, Feuchtigkeit sehr wenig aufzunehmen und die eisernen Deckbalken nicht anzugreifen. Für solche Planken genügt eine Dicke von 40 bis 45 mm. Die Breite soll nicht mehr als die doppelte Dicke betragen. Man befestigt sie auf jedem Balken entweder durch verzinkte Holzschrauben, die von unten eingesetzt werden oder besser durch verzinkte Schraubbolzen, die von oben mit eingelassenem Kopf eingebracht werden. Das 20 bis 30 mm tiefe Loch im Deck muß nachher durch genau passende, in Bleiweiß getauchte Holzpfropfen (in gleichlaufender Faserrichtung) ausgefüllt werden. Bei Schiffen mit eisernem Stringer läßt man das Deck nicht bis zur Bordwand reichen, sondern nur bis zu einem dicht auf den Stringer genieteten »Wasserlaufwinkel« (oder Rinnsteinwinkel) in einem Abstand von 200 bis 300 mm von der Bordwand. Zum besseren Ablauf des Wassers bekommt das Deck eine »Bucht« von etwa 0,02 der Schiffsbreite. Das sich im Wasserlauf sammelnde Wasser muß durch Knierohre oder Speigaten nach Außenbord geführt werden. Wird dabei ein Stringerwinkel durchbrochen, so muß er durch eine Lasche oder ein anderes Winkelstück verstärkt werden.

An den östlichen Wasserstraßen werden Vor- und Hinterdeck sowie der kurze anschließende Bordgang (Laufbank) besonders bei hölzernen Schiffen meistens 300 bis 400 mm tiefer als das Schandeck (Oberkante Riesbord) gelegt, so daß der überstehende Teil der Bordwände der Schiffsmannschaft als Schutz dient. Wenn die Schiffe aber einen Stringer haben, werden die Decks mit diesem in gleicher Höhe (zuweilen etwas ansteigend) angeordnet und mit einem stählernen Schanzkleid von 400 bis 500 mm Höhe umgeben. Dies wird an den östlichen Wasserstraßen häufig innen mit Holz ausgefüttert. In der Regel bleibt dies Holzfutter aber fort und die Oberkante des Schanzkleids wird mit einem Relingeisen (oder einer hölzernen Relingleiste mit schwachem Winkel) gesäumt und durch runde Relingstützen gegen den Wasserlaufwinkel (in Abständen von 2 bis 3 Spanten) abgesteift.

Vorzuziehen und neuerdings fast allgemein üblich sind stählerne Decks, namentlich bei Schiffen mit vollständigem festem Deck (z. B. das Elbschiff 15, das Donauschiff 45 und das Rhoneschiff 50). Die Dicke eines stählernen Decks soll nach dem G. L. für die Längsnummern 100 bis 1000 von 4 mm bis zu 6 mm zunehmen. Dabei kann aber die obenerwähnte Verstärkung der Stringerplatten an Schiffen von besonders großer Länge und geringer Höhe fortfallen. Die Deckbalken werden am besten bei jedem Spant angeordnet und müssen an den Luken besonders stark sein, wogegen die Stärke der halben (von den Luken durchschnittenen) Balken, die von den Bord-

wänden bis zur »Schlinge« reichen, entsprechend geringer sein kann. Unter den Deckbalken sind bei Schiffen bis zu 9 m Breite ein, darüber zwei kräftige Unterzüge anzubringen, die aus ⊏- oder T förmigen Trägern bestehen und durch Deckstützen an jedem fünften bis dritten Spant gegen den Boden abgesteift werden. Wenn die Schiffe mit Decklast fahren sollen, sind die Balken, Unterzüge und Stützen angemessen zu verstärken. Zu den Deckplatten wird meistens Riffelblech und neuerdings das oben beschriebene Warzenblech verwendet. Da namentlich das erstere bei nassem Wetter glatt wird und alle stählernen Decks die schlechte Eigenschaft haben, daß sich auf der Unterseite Schwitzwasser ansammelt, das der Ladung nachteilig sein kann, so verwendet man bei guten Personen- und Güterdampfern meistens ein Stahldeck mit Holzbeplankung. Man wählt dazu glattes Blech, auf dem eine Beplankung von Teakholz befestigt wird, die aber in diesem Falle um 10 bis 15 mm schwächer als sonst sein darf. Die Stahlbleche werden dabei am besten überall durch untergelegte Streifen (Laschen) gestoßen.

Durch die Luken wird die Festigkeit des festen Decks und des ganzen Schiffskörpers stark vermindert: Der Verlust muß durch entsprechend starke Luksülle möglichst ersetzt werden. Nach dem G. L. soll die Höhe der Sülle über Deck mindestens 200 mm betragen, wobei die Stärke gleich der der Bordwände zu wählen ist. Die Süllwinkel zur Verbindung mit dem Deck sollen von gleicher Stärke sein. Die Längswände des Sülls läßt man am besten unter Deck reichen, wo sie umgebogen gleichzeitig als Schlinge zur Befestigung der unterbrochenen halben Deckbalken dienen. Die Oberkante der Sülle wird mit Winkeln oder besonders gewalzten Profilleisten gesäumt. Der Verschluß der Luken erfolgt durch hölzerne oder stählerne Lukendeckel, die in der Mitte auf einem (oder auf 3) Lukenbalken ruhen, der längsschiffs in Schuhen an den Süllplatten gelagert ist. Bei sehr weiten Luken werden diese Lukenbalken (auch »Längsbalken« genannt) noch durch einen eisernen »Schiebebalken« unterstützt, der querschiffs in Führungen an den Süllplatten liegt und von oben mit Hebegeschirr eingesetzt und ausgehoben werden kann. Diese Einrichtung kommt aber bei den eigentlichen Binnenschiffen nur selten zur Ausführung. Bei dem Elbschiff (15) sind die Luken 10,5 · 6,5 m groß und mit nur einem starken hölzernen Lukenbalken versehen, der mittels stählerner Rinnsparren die hölzernen Lukendeckel trägt. Die etwa 7 · 7,5 m großen Ladeluken des Weserschiffs (41) sind mit einem gegen Durchbiegung versteiften ⊏ förmigen stählernen Lukenbalken ausgerüstet. Dort bestehen die Lukendeckel aus gekrümmten Wellblechtafeln, die ohne Rinnsparren einerseits auf dem Lukenbalken, anderseits auf dem nur 180 mm hohen Süll ihre Auflage finden. Diese Lukenbalken waren ursprünglich (wie überall) losnehmbar; neuerdings werden sie zuweilen durch Eckbleche mit den Giebelwänden (Schotten) fest vernietet und bilden eine Längsversteifung des Schiffes, deren weitere Entwicklung und Verbesserung bereits (Seite 363) besprochen wurde.

In anderer Weise hat sich das Verdeck der Rheinschiffe entwickelt. Das Vorbild waren die hölzernen Decks der Aak (16), der Tjalk (36) und anderer holländischer Schiffe, wie man sie außerdem auch bei der Penische (25) und bei dem Kurischen Reisekahn (1) findet: Ein ringsum laufender Bordgang und ein den Laderaum (die große Luke) begrenzender Tennebaum, auf dem mittels der Rinnsparren die Lukendeckel (Tafeln) ruhen. Dies ist das alte holländische Tafeldeck, das heute meistens Plattendeck (aus einzelnen »Platten« gebildet) genannt wird. Die Rinnsparren wurden ursprünglich nicht durch einen mittleren Lukenbalken gestützt, sondern reichten von Tennebaum zu Tennebaum über den ganzen Laderaum. Das findet sich heute noch bei den Penischen und bei den Reisekähnen: sie sind gekrümmt und heißen dann »Rinnbogen«. Bei breiteren Schiffen (Aak und Tjalk) wurde eine Unterstützung durch den Lukenbalken nötig und es mußte auch die obere, dadurch entstehende Längsfuge durch einen »Kappdeckel« aus Blech gedeckt werden. Dafür wurden die Lukendeckel zu ebenen Platten. Ihre Herstellungsweise ist noch überall ziemlich gleich: Man verfertigt jede Tafel in einer Breite von 600 bis 900 mm aus je 3 bis 5 Stück gespundeten Brettern aus Tannen- oder Fichtenholz von etwa 30 mm Stärke, die auf 3 bis 5 Leisten (Klampen) genagelt werden. Die Fugen werden oben durch ein eingelassenes, aufgenageltes Gurtband gedichtet und meistens werden die ganzen Platten mit wasserdichter Leinwand überzogen (persennigt). Die Fuge zwischen je 2 zusammenstoßenden Tafeln wird durch den Rinnsparren geschlossen, der meistens aus Holz von rechteckigem Querschnitt gebildet wird, auf dessen Oberfläche eine Rinne ausgehobelt ist, die das Wasser über den Tennebaum nach dem Bordgang abführt. Oft fertigt man neuerdings die Rinnsparren ganz aus ⊔ förmigem Stahl oder unterstützt die sehr leicht gewählten stählernen ⊔ förmigen Rinnen durch hölzerne Sparren. Bei der Einführung des Eisens und des Stahls in den rheinischen Schiffbau blieb das Tafeldeck sonst selbst ziemlich unverändert. Aber der Tennebaum wurde aus diesem Stoff hergestellt und bildete, unten fest mit dem Stringer verbunden und oben durch Winkel und Platte verstärkt, eine wesentliche Längsversteifung des ganzen Schiffskörpers. In Abb. 261 ist die Anordnung bei einem größeren neuen Schiffe (II in der vorstehenden Tafel, Seite 391) dargestellt. Das kleinere Eckblech verbindet jedes einzelne Spant mit dem Stringer, das größere durch einen Kniewinkel verstärkte Eckblech unterstützt Stringer und Tennebaum an jedem dritten Spant, wo auch der kurze Deckbalken rechtwinklig aufwärtsgebogen den Tennebaum versteift. Das Blech des Tennebaums hat über der vorderen Verstärkungs-

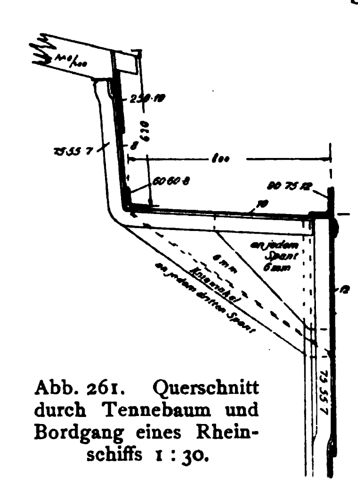


Abb. 261. Querschnitt durch Tennebaum und Bordgang eines Rheinschiffs 1 : 30.

platte Ausschnitte für jeden einzelnen Rinnsparren (Merkling), der außerdem innen auf dem durchlaufenden obersten Winkel ruht.

Wenn die Bordwände durch Duchten (Gebinde) gegeneinander versteift sind, wird auch der Tennebaum durch ein Eckblech mit Winkeln gegen jede Ducht gestützt, wie aus Abb. 262 (von einem kleineren Schiffe) ersichtlich ist. In der Mitte der Ducht ruht der Lukenbalken auf einem Bock. Man erkennt dies aus Abb. 263, wo auch die Auflagerung der Rinnsparren und Lukendeckel und die Abdeckung des Grats durch den auf dem Lukenbalken befestigten Kappdeckel dargestellt ist. Wie schon erwähnt, werden bei den Rheinschiffen neuerdings die Duchten oft vermieden, indem man die Schotte in Abständen von 5 bis 6 m bis zu den Lukendeckeln hinaufführt. In diesem Falle ruhen die Lukenbalken in Schuhen aus Winkeln, die an den Schotten befestigt sind (vgl. Abb. 107). Bei großen Schiffsbreiten werden drei Lukenbalken in ähnlicher Weise angeordnet (Abb. 103).

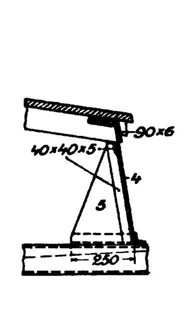


Abb. 262. Abstützung des Tennebaums 1 : 30.

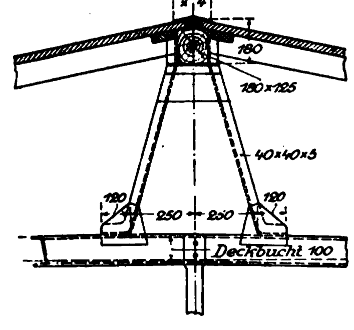


Abb. 263. Unterstützung von Plattendeck und Lukenbalken 1 : 30.

Mittels dieses steifen Tennebaums hatte man die Möglichkeit, die Luke über den ganzen Laderaum und fast über die ganze Schiffslänge auszudehnen, wenn man nicht auf die Maste hätte Rücksicht nehmen müssen. Ursprünglich hatten die Rheinschiffe feste Maste. Die Entwicklung des Eisenbaues fiel aber ungefähr mit dem Bau der ersten festen Rheinbrücken zusammen und man gab daher schon den ersten eisernen Schiffen bewegliche (»streichende«) Maste. Den Drehpunkt legte man etwa 3 m über Deck und befestigte die bis auf das Deck reichenden Maste in einem Köcher, der aus zwei mit Winkeln versteiften Blechen bestand, die mit dem Deck, der Schottwand und dem Boden fest verbunden und durch große Eckbleche längsschiffs unten gestützt waren (vgl. Abb. 98). Die beiden Hauptbleche des Köchers haben eine Stärke von 6 bis 10 mm und sind über und unter Deck durch ebenso starke Bleche und Winkel fest zu einer hohlen Säule von quadratischem Querschnitt miteinander verbunden. Ihr Abstand richtet sich nach der Mastdicke und beträgt 300 bis 450 mm. Am oberen Ende ist der Drehpunkt angebracht: Ein 45 bis 50 mm starker Stahlbolzen, der durch beide Köcherteile und durch den Mast geht, dessen Durchbohrung durch ein eisernes Rohr gesichert ist. Darunter, nahe über Deck ist die Mastwinde angebracht, durch die der Mast in bequemer Weise gestrichen und gehoben wird und die gleich-

zeitig beim Laden und Löschen benutzt werden kann. Am Boden des Schiffes ruht der Köcher auf 2 Mastköcherbalken (meist in ⊏-Form), die längsschiffs über 3 bis 6 Bodenwrangen reichen und mit diesem fest verbunden sind.

Die meisten großen Rheinschiffe haben zwei, oft auch drei Maste, die nicht nur zum Segeln, sondern besonders auch als Lademaste zum Löschen und Laden benutzt werden. An diesen Stellen muß mithin das Tafeldeck unterbrochen werden, und man ordnete früher dort ein festes eisernes Deck von 2 bis 4 m Breite an, das in Stringerhöhe auf starken Deckbalken befestigt wurde. Damit war auch eine Unterbrechung des Tennebaums verbunden, was eine gewisse Schwächung der Längsversteifung des Schiffskörpers bewirkte. Um diese zu verhüten, läßt man jetzt allgemein den Tennebaum durchlaufen und verbindet bei den Mastdecks die Oberkanten des Tennebaums durch ein zweites eisernes Deck in der Höhe der Lukendeckel. Dieser so entstandene Raum zwischen beiden Decks, der seitlich durch die Schilder (Giebelwände) der anstoßenden Laderäume begrenzt und abgeschlossen wird, heißt eine Herft und wird zur Aufbewahrung von Ausrüstungsgegenständen, Vorräten u. dgl. benutzt. Das oberere Deck wird mit Lukendeckeln aus Holz oder Eisen versehen, um die Herft zugänglich zu machen. Solche Herfte werden oft auch noch an den Enden der Laderäume angelegt. In neuester Zeit gibt man den großen Rheinschiffen keine Maste mehr, hat aber die Zahl der Herfte darum nicht vermindert, sondern vielmehr vermehrt. Wie die Beschreibungen der Rheinschiffe und die Abb. 98 bis 107 zeigen, pflegt man über jeder Schottwand eine Herft anzuordnen. Auf ihrer oberen festen Deckfläche werden dann die kleinen Köcher für die Flaggenmaste, die Poller und die Pumpenöffnungen angebracht. Dort werden auch während des Löschens und Ladens die abgehobenen Lukendeckel der anschließenden Laderäume aufgestapelt.

Dies Plattendeck ist in ziemlich unveränderter Weise bei den Schiffen auf dem Dortmund-Ems-Kanal zur Anwendung gekommen (Abb. 152 bis 154).

Auch auf den östlichen Wasserstraßen ist es seit etwa 10 Jahren beliebt geworden. Die Bauweise ist aber etwas verändert. Am ähnlichsten der rheinischen Ausführung ist das Deck des Elbschiffs mit Stahlboden (14), wie es die Abb. 80 bis 83 zeigen: Der Bordgang ist nicht so breit wie bei den Rheinschiffen, der durchlaufende Tennebaum ist erheblich höher (1 m), aber nur 6 mm stark; auch fehlt ihm oben die Verstärkungsplatte. Dafür ist man bei dem mittleren Lukenbalken einen Schritt weiter gegangen und hat ihn aus kräftigen, mit Blech versteiften Trägern gebildet. Wie schon S. 363 erwähnt, kann diese neu eingeführte Längsversteifung der Schiffe noch verbessert werden, wenn sie durch gute Dreiecksverbindungen an den Boden angeschlossen wird. Anderenfalls muß man die schweren eisernen Firstbalken und Firstbleche für eine gewisse Verschwendung an Baustoff und eine überflüssige Vermehrung des Gewichts ansehen. Die Sparren und Lukendeckel unterscheiden sich im übrigen nicht wesentlich von der rheinischen Bau-

weise. Häufig wird das Plattendeck an den östlichen Wasserstraßen in Anlehnung an die dort bisher übliche Bauweise des Verdecks ausgeführt.

Es ist diese das lose Bretterdeck auf hölzernem Unterbau, dessen allgemeine Anordnung aus den Abb. 45, 55, 66, 67, 79 ersichtlich ist. Die Decksparren werden in der Schiffsmitte von einem durchlaufenden Firstbalken (auch Deckträger, Streckbaum oder kurz »Baum« genannt) und an den Bordwänden je von einem kurzen Bordständer (»Beistecksel«) getragen, auf dem sie aufgezapft sind. Diese Bordständer sind durch zwei übereinander angeordnete »Halseisen« gesteckt, die bei hölzernen Schiffen am Riesbord, bei stählernen (als Schuhe) an dem inneren Stringerwinkel (Abb. 254, 257 und 258) und zuweilen außerdem noch an dem Eckblech befestigt sind, das den Stringer mit dem Spant verbindet (Abb. 79).

Der mittlere Firstbalken wird durch hölzerne »Deckständer« unterstützt, die unten auf den Bodenwrangen stehen und oben mit Kopfbändern versehen sind. Die V. V. G. haben für alle diese Bauteile besondere Stärken je nach den Gruppen vorgeschrieben. Auf den Sparren liegen lose die etwa 3 cm starken und 28 bis 30 cm breiten Deckbretter, die mindestens 6,5 cm übereinander greifen sollen. Sie erhalten in Entfernungen von 4 bis 6 m einen Stoß, der auf einem Rinnsparren angeordnet wird, dessen Breite 2 bis 3 cm größer ist als die der anderen Sparren. Über jeden Rinnsparren wird über die Deckbretter ein genau passender Gegensparren (auch Schandeckel genannt) gelegt, der die Deckbretter festhält und mit dem Rinnsparren verbunden wird.

Da die Holzschiffe in der Regel keinen durchlaufenden Bordgang haben und auch bei vielen stählernen Schiffen der Stringer oft so schmal ist, daß er zur Benutzung als Bordgang nicht geeignet ist, vollzieht sich der Verkehr der Schiffsmannschaft längsschiffs über das Verdeck, und zwar meistens auf der Deckstülpe, dem mittelsten, die Firstfuge deckenden Brett von 30 bis 40 cm Breite. Wenn diese Stelle durch den niedergelegten Mast eingenommen ist, muß die Mannschaft auf dem schrägen Bretterdeck verkehren, wobei besonders bei feuchtem Wetter, Schnee oder Frost Unglücksfälle vorkommen. Von der Unfall-Berufsgenossenschaft wird deshalb verlangt, daß längs des ganzen Verdecks entweder ein wagerechter Brettergang (vgl. Abb. 70) oder eine feste Schutzleiste beim zweiten Brettergang von unten (vgl. Abb. 79) angebracht wird. Die Seitenöffnungen zwischen dem untersten Deckbrett und dem Riesbord (oder dem Stringer bei stählernen Schiffen) wird von außen durch den »Verschlag« (auch Seitenverschlag genannt) geschlossen, der aus wagerechten, durch innere Leisten verbundenen Brettern besteht, die an den Beisteckseln durch Haken und Ösen befestigt sind.

Der Mast steht bei den Schiffen der östlichen Wasserstraßen in der Regel auf dem Boden in einem Spurklotz, der entweder querschiffs zwischen den Bodenwrangen oder längsschiffs auf ihnen gelagert ist. Im ersten Fall reicht er entweder über die ganze Schiffsbreite, wie eine Bodenschwelle von

etwa doppelter Breite, oder er muß 2,5 bis 3 m lang sein und mit dem Boden und den benachbarten Bodenschwellen durch Nägel und Schraubbolzen verbunden werden. Längsschiffs soll er mindestens mit 3 Wrangen verkämmt und an jeder durch 3 Schraubbolzen von 15 mm Stärke befestigt werden (V. V. G.).

Bei offenen Schiffen lehnt sich der Mast in Stringerhöhe gegen die Segelbank (oder Segelducht), die nach hinten halbkreisförmig ausgeschnitten ist. Zu beiden Seiten dieses Ausschnitts werden kräftige Streben nach hinten und nach dem Boden angebracht, die früher aus gekrümmtem Eichenholz hergestellt und »Scherstöcke« (auch Mastenstuhl) genannt wurden. Zuweilen wurde auch von der Segelbank noch eine Strebe nach vorne zum Boden geführt. Mangels gekrümmter Hölzer werden diese Streben jetzt aus einzelnen Hölzern mit eisernen Schienen und Bolzen zusammengesetzt und bei stählernen Schiffen aus großen mit Winkeln verstärkten Eckblechen gebildet (vgl. die Abb. 50, 51, 56, 57, 68, 69). Im letzteren Falle wird auch die Segelbank aus Blech und Formeisen hergestellt. Der Mast wird in der Bank durch ein vorgelegtes, verkeiltes Holzstück (»Fisch«) festgehalten.

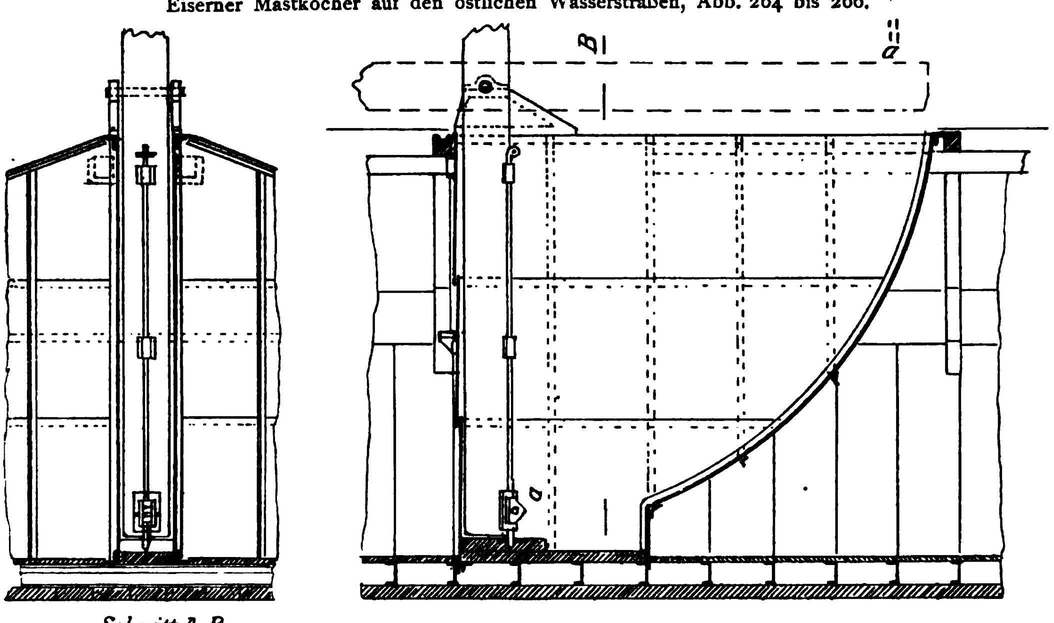
Um bei einem losen Bretterdeck den Mast niederlegen (streichen) zu können, muß bei dieser Befestigung in dem Verdeck ein ziemlich langer Schlitz von 50 bis 60 cm Weite hergestellt werden. Auf dieser Strecke werden statt der einfachen Firstbalken (Deckträger) doppelte in entsprechendem Abstande angeordnet und durch je eine besondere Reihe von Deckständern unterstützt (z. B. in Abb. 70). Zuweilen führt man diese Ständer seitlich neben den Deckträgern durch das Verdeck hindurch, verbindet sie oben durch ein Querholz und bildet dadurch den sogenannten »Galgen«, in dem der niedergelegte Mast ruht und der auch noch anderen Zwecken des Segelns dient[1]). Wenn der Mast gelegt werden und der Drehpunkt im Spurklotz bleiben soll, muß man stets einen großen Teil des Verdecks öffnen und das führt zu Unzuträglichkeiten, besonders wenn das Schiff unter Zollverschluß fahren soll. Man hat daher seit längerer Zeit diese Einrichtung aufgegeben und ordnet jetzt in der Regel eiserne Köcher vor dem Maste an, in ähnlicher Weise, wie es bei der Penische (25), dem Maasspitz (35) und bei anderen elsäßischen, belgischen und französischen Schiffen üblich ist. Die Abb. 264 bis 266 zeigen die in neuester Zeit übliche Bauweise.

Der feste Drehpunkt des Mastes befindet sich etwa um seine halbe Dicke über dem First oder der Deckstülpe des Schiffes, so daß der umgelegte Mast mit seinem längeren, oberen Teile auf der Deckstülpe ruht. Die lichte Weite des an einer hohen Schottwand befestigten Köchers wird 50 mm größer gemacht als der untere Durchmesser des Mastes, schwankt daher bei Schiffen von 300 bis 1000 t Tragfähigkeit gewöhnlich zwischen 400 und 480 mm. Die Stärke der Blechwände beträgt in der Regel 4 mm. Sie werden nach allen Richtungen durch 6 bis 8 mm starke Winkel von 60 · 40 bis 80 · 60 mm Schenkellänge versteift. Besonders hohe Köcher werden zuweilen außen noch durch besondere Streben aus Winkeleisen gegen die Bodenwrangen gestützt. In der Regel werden die Längswände des Köchers durch zwei besondere Halbschotte gegen

1) Vgl auch Düsing, Lehrbuch für Elbschiffer-Fachschulen. Magdeburg 1906.

die Bordwände versteift (*b* im Grundriß), die bis unter das Verdeck reichen und im Abstande von 1,3 bis 1,5 m vor dem Hauptschott angeordnet sind. Durch diese Schotte, sowie durch die Köcher- und Bordwände werden zwei Räume abgetrennt, die man »Freiraum« nennt, weil sie vom Zollverschluß nicht betroffen werden, sondern ähnlich wie die Herfte beim Rheinschiff zur Unterbringung von Geräten und Vorräten dienen (vgl. die Abb. 53, 64, 74 und 77). Über diesen Freiräumen wird entweder das lose Bretterdeck durchgeführt oder man verschließt sie durch ein besonderes Deck aus Holz oder Blech mit besonderen Einsteigeluken. Zuweilen werden die Maste und auch die Köcher nicht bis zum Schiffsboden heruntergeführt, besonders

Eiserner Mastköcher auf den östlichen Wasserstraßen, Abb. 264 bis 266.



Schnitt A.B.
Abb. 264.

Abb. 265. Längsschnitt.

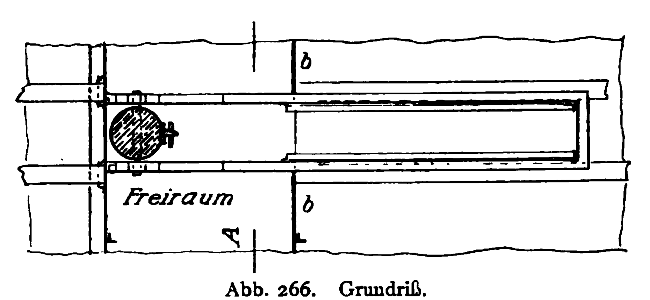


Abb. 266. Grundriß.

wenn die Maste lediglich zum Löschen und Laden benutzt und darum kürzer und unter Umständen doppelt angeordnet werden, wie bei dem mitgeteilten Elbschiffe nach Plauer Maß (12) in Abb. 74 dargestellt. Oft reicht der Köcher oben über die Deckstülpe hinaus bis zum Drehpunkt des Mastes und trägt auf seinen obersten Winkeln die Lager für den Drehzapfen, z. B. in Abb. 80. Der niedergelegte Mast liegt dann zum Teil innerhalb des Köchers, und es ist unbequem, im Bedarfsfalle ihn wegzubringen. Dieser Aufbau vermehrt außerdem die gesamte Höhe des Schiffes um etwa 200 mm, was beim Durchfahren niedriger Brücken nachteilig ist. Man macht deshalb neuerdings den Köcher so hoch, daß er nicht über die Deckstülpe hervorragt und legt die Mastlager auf besondere Böcke, die mit den obersten Winkeleisen durch Schraubbolzen verbunden sind und nach Erfordern abgenommen werden können (Abb. 265). Zuweilen befestigt man die Böcke auch mittels Scharnieren an dem Köcher, so daß sie nach den Bordwänden zu umgeklappt werden können.

Das Plattendeck zeigt gegenüber dem losen Bretterdeck mancherlei Vorteile: Es kann eine geringere Neigung bekommen, wodurch der Verkehr der Mannschaft leichter und gefahrloser und außerdem das Aufnehmen von leichter Decklast möglich wird. Ferner lassen sich durch das Abheben einzelner Platten leicht einzelne Stellen des Laderaums öffnen und schließen, was besonders während des Löschens und Ladens bei Regenwetter wichtig ist. Diese und andere Gründe haben, wie oben bemerkt, das Plattendeck auch auf den östlichen Wasserstraßen beliebt gemacht. Anfangs erwies sich der hohe Tennebaum für die Gewohnheiten der Schiffahrt auf der Elbe und Oder als hinderlich, weil dort das Löschen und Laden oft durch Karren oder Tragen bewirkt wird. Es werden die neueren Schiffe daher zuweilen so gebaut, daß nur an den Schottwänden tennebaumartige Blechwände von 1 bis 3 m Länge angeschlossen und die Zwischenräume in der bisher üblichen Weise durch hölzerne Seitenverschläge geschlossen werden, die beim Löschen und Laden fortgenommen werden können. Die Rinnsparren (Merklinge) werden bei dieser Bauweise ebenso wie bei dem losen Bretterdeck von Bordständern getragen, die in Schuhen stecken, die an den inneren Stringerwinkeln des Bordgangs befestigt sind (Abb. 257 u. 258). Diese inneren Stringerwinkel bekommen dazu meistens einen besonders hohen senkrechten Schenkel und werden zuweilen noch mit einem kleineren Winkel versehen, der den hölzernen Vorschlag trägt (Abb. 258). Bei dieser Anordnung verliert man selbstverständlich die durch den Tennebaum bewirkte gute Längsversteifung. Zuweilen sucht man den Verlust zum Teil dadurch zu ersetzen, daß man an den sogenannten senkrechten Schenkel des inneren Stringerwinkels noch eine etwa 300 mm hohe Blechplatte nietet, die nach unten in den Raum hineinragt und gleichzeitig Gelegenheit gibt, für die Bordständer unten noch einen zweiten Schuh anzubringen. Dasselbe suchen einzelne Schiffbauer dadurch zu erreichen, daß sie unter der Stringerplatte und unter dem wagerechten Schenkel des inneren Stringerwinkels einen durchlaufenden starken Gegenwinkel anordnen. Besonders ist man bei Anwendung des Plattendecks auf den östlichen Wasserstraßen bemüht, durch Einbau kräftiger, doppelter, stählerner Lukenbalken in ⊏- oder ⅂-Form und breiter Deckstülpen aus versteiften Blechen (bis zu 1,5 m Breite) eine obere durchlaufende Längsverbindung herzustellen. Über den Wert dieser Bauteile ist schon gesprochen worden.

Die Mastköcher der Schiffe mit Plattendeck werden an den östlichen Wasserstraßen genau so angeordnet wie bei losem Bretterdeck; doch werden die Freiräume meistens mit Blech fest abgedeckt. Die Einführung der rheinischen Köcher ist dort nicht zulässig wegen der geringen lichten Höhen unter den Brücken.

Steuerruder. Bau aus Holz. Aus den mitgeteilten Beispielen von Lastschiffen erkennt man, daß die Anordnung des Steuerruders verschieden ist. Abgesehen von dem losen Streichruder oder langem Riemen, das bei

der Wittinne (3) und bei dem Waidling (24) (zuweilen auch zur Aushilfe am Bug der Weserböcke (40)) benutzt wird, kann man zwei Arten unterscheiden: Entweder ist es an dem senkrechten Rudersteven so befestigt, daß nur eine Drehung in wagerechter Ebene möglich ist, was wir als »festes« Ruder bezeichnet haben, oder es ist am Heck mittels eines »Rudernagels« so aufgehängt, daß auch eine Bewegung in senkrechter Ebene möglich ist, was wir »Wippruder« nennen. Auch hinsichtlich des Ruderblatts ist zu unterscheiden, ob es von dem Ruderschaft aus nur nach hinten gerichtet ist oder ob sich ein Teil davon vor dem Schaft befindet. In letzterem Falle sprechen wir von einem Schweberuder (Balanceruder), bei dem sich die auf die beiden Flächenteile wirkenden Kräfte beim Ausdrehen des Ruders zum Teil ausgleichen und dadurch die zur Drehung erforderliche Kraft kleiner wird.

Das Wippruder (auch »Hakenruder« genannt) ist ein Schweberuder und auf den östlichen Wasserstraßen allgemein bei Lastschiffen üblich. Seine Form ist überall die gleiche und von Alters her unverändert. Es besteht aus dem Ruderblatt, das gewöhnlich »Steuerdiele« genannt wird, dem Ruderschaft, dem Helmholz und dem Rudernagel.

Nach den V. V. G. soll die ganze untere Länge des Ruderblatts 0,09 bis 0,12 der Schiffslänge (in der obersten Wasserlinie) betragen und 1/3 davon (höchstens 0,4) vor dem Ruderschafte, d. h. vor der Senkrechten durch die Mitte des Rudernagels liegen. (Nach anderen Schiffbauregeln soll die ganze Länge 0,75 der größten Bodenbreite nicht überschreiten oder um 0,5 m kleiner als diese sein.) Bei Schiffen, deren Abmessungen durch die zu durchfahrenden Schleusen beschränkt sind, darf der hinter der Senkrechten durch den Rudernagel befindliche Teil des Ruderblatts nicht länger als die halbe Schiffsbreite sein, damit das Ruder in der Schleuse um einen rechten Winkel ausgedreht werden kann. Andernfalls muß der äußerste Teil des Blattes gelenkartig zum Umklappen eingerichtet (Abb. 267) und oben durch einen Überfall aus C-Eisen oder Winkeleisen in ausgestreckter Stellung festgehalten werden. Die Unterkante des Ruderblatts legt man in der Regel in die Höhe der untersten Fläche des Schiffsbodens, auch wenn dieser einen Sprung hat, also am Heck gehoben ist. Die Höhe des Blattes macht man meistens gleich der gewöhnlichen Tauchtiefe des Schiffes. Das Blatt wird aus einer Reihe wagerechter Bohlen von 70 bis 100 mm Stärke zusammengesetzt, von denen die unterste zuweilen aus Eichenholz gefertigt wird. In dem Winkel zwischen Krümmling und Hintersteven pflegt man das Ruderblatt noch hinaufzuziehen: Dies dreieckige Stück nennt der Schiffer den »Spiegel« und das darunter liegende, nahe dem Schiffsboden zugespitzte oder besser abgerundete Stück den »Haken« der Steuerdiele.

Der Ruderschaft wurde früher mit dem Helmholz aus einem krumm gewachsenen Stück Eichenholz hergestellt, wobei zuweilen der obere Teil des Knies durch Ansetzung eines besonderen Stücks zum Helmholz verlängert wurde. Da solche Hölzer selten zu haben sind, werden Schaft und Helmholz jetzt immer aus zwei gerade gewachsenen Hölzern zusammengepaßt; der Schaft wird aber noch heute gewöhnlich »Krümmling« genannt. Die Erfahrung hat übrigens gelehrt, daß diese zusammengesetzten Hölzer im allgemeinen fester sind als die alten Krümmlinge. Der Ruderschaft bekommt quadratischen Querschnitt, dessen Seitenlänge je nach den Gruppen (V. V. G.) 250 bis 420 mm betragen soll. Er ist unten aufgeschlitzt und über das Blatt geschoben, mit dem es durch Klinkbolzen oder Schraubbolzen verbunden wird. Oft werden die Winkel des über das Blatt hervorragenden Krümmlings durch dreikantige Holzleisten ausgefüllt und darüber beiderseits wagerechte Bänder oder Winkeleisen zur weiteren Verbindung des Krümmlings mit dem Blatt gelegt (Abb. 267).

Das Helmholz hat am hinteren Ende die gleiche Form und Stärke wie der Schaft, verjüngt sich aber nach vorne zu kreisförmigem Querschnitt von 120 bis 130 mm Durchmesser am Ende, wo es oft mit einem metallenen Handgriff (»Daumen«) versehen wird. Es wird ebenso wie der Schaft aus Eichenholz hergestellt und mit diesem meistens unter einem Winkel von

110° verbunden. Nach vorne reicht es etwa bis über die Mitte der Hinterkajüte, auf deren Deck der Steuermann seinen Stand hat. Bei großen Elbschiffen (70 bis 80 m Länge) wird es bis 8 m und mehr lang. Wenn das Schiff durch enge Schleusen fährt und das Ruder rechtwinklig gestellt werden muß, darf das Helmholz nicht länger als die halbe Schiffsbreite sein oder muß zum Umklappen oder zum Verkürzen eingerichtet werden (vgl. Abb. 68). Das Helmholz wird mit einem Zapfen in den Schaft eingelassen und über diese Verbindung wird von oben und von unten je ein entsprechend gebogenes starkes Blech gelegt. Beide Bleche werden durch Schraubbolzen verbunden und erhalten die Löcher für den Rudernagel. Das Loch im unteren Blech ist kreisrund, mit einem Randwulst verstärkt, während das im oberen Blech länglich in der Richtung des Helmholzes gemacht wird, damit das Ruder sich in dieser senkrechten Ebene

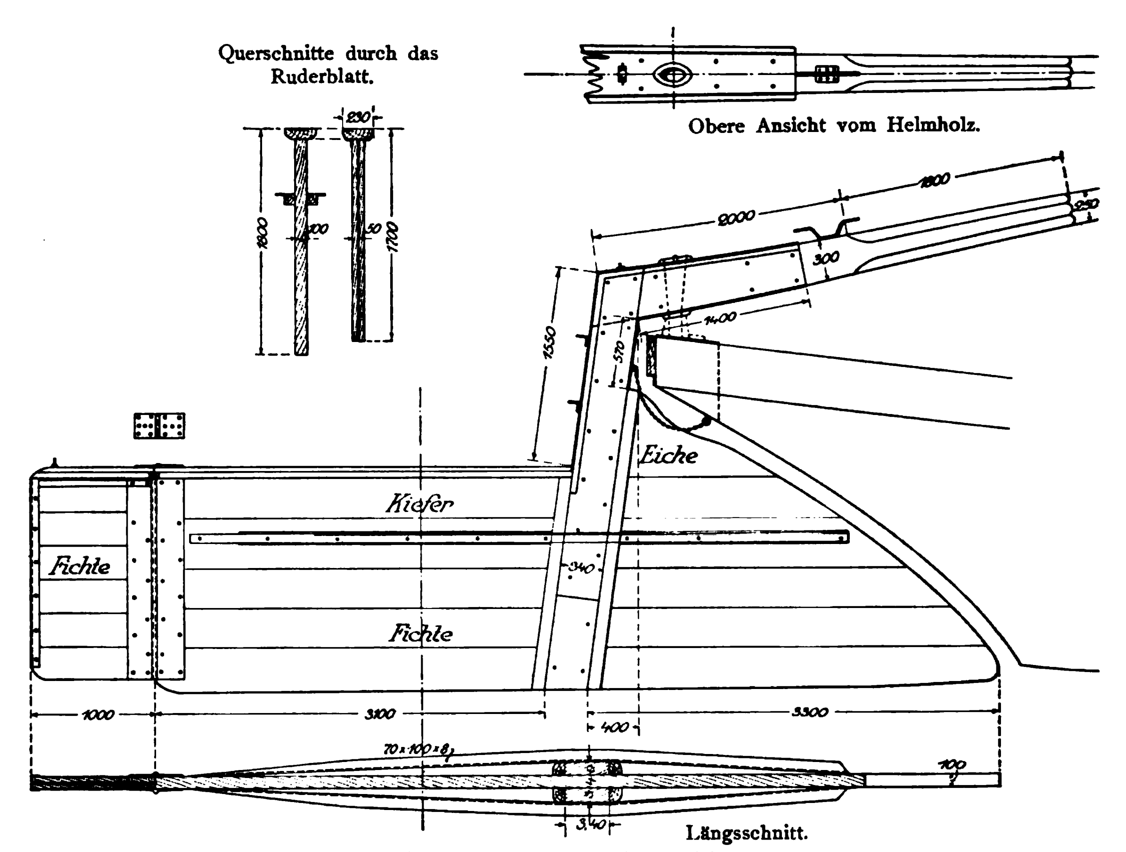


Abb. 267. Wippruder eines Oderschiffs 1 : 60.

bewegen (wippen) kann. Das im Holz hergestellte Loch erweitert sich in gleichem Sinne von unten nach oben. Diese Bewegung des Ruders tritt mit der Veränderung des Tiefgangs des Schiffes ein: Je tiefer das Ruderblatt in das Wasser taucht, um so größer wird der Auftrieb und umgekehrt wird sein Gewicht um so größer, je mehr es aus dem Wasser kommt. Bei tief beladenem Schiff hat das hinterste Ende des Ruderblatts das Bestreben, sich zu heben, und muß deshalb entsprechend belastet werden, um nicht an Wirksamkeit zu verlieren. Bei älteren Schiffen ist zuweilen auf der Oberkante des hinteren Ruderblatts ein Kasten angebracht, der die Belastungsstücke (Eisen oder Steine) aufnimmt. Die Verbindung zwischen Helmholz und Schaft wird außer durch die oben und unten angebrachten Bleche noch an den Seiten durch winkelförmige Eisenschienen oder besser durch aufgelegte Bleche verstärkt, die gleichfalls durch durchgezogene Schraubbolzen (Klepsch bevorzugt Niet- oder Klinkbolzen) miteinander verbunden

werden. Diese winkelig gestalteten Bleche von etwa 10 mm Dicke werden entweder aus vollem Blech geschnitten oder aus zwei Stücken zusammengenietet (Abb. 268). Die Länge der Bleche soll auf jedem Holzteil mindestens das 2,5 fache der Schaftstärke, ihre Dicke nach den Gruppen 6 bis 10 mm (V. V. G.) betragen.

Der aus Eisen oder Stahl in zilindrischer Form hergestellte Rudernagel bekommt mindestens einen Durchmesser von 0.3 der Schaftstärke. Oben wird er mit einem losnehmbaren Ring versehen und unterhalb von diesem mit einem Ansatz, dessen untere, zuweilen etwas konisch abgedrehte Fläche auf dem länglichen Nagelloch in dem oberen Bleche ruht und das Durchfallen verhindert. Dieser Ansatz wird oft als besonderer Ring geschmiedet und nur mit zwei Schrauben mit dem Nagel verbunden, so daß dieser im Notfall nach Lösung des Ringes von unten aus dem Nagelloche herausgezogen werden kann. Der Nagel wird senkrecht und fest am Schiffskörper angebracht und zwar entweder durch die Spitze des Hinterstevens oder durch zwei besondere eiserne, außen am Hintersteven befestigte »Ruderösen« hindurch gesteckt (Abb. 269). In diesem Falle ruht das untere Helmholzblech unmittelbar auf der oberen Öse, im ersteren auf einer zwischengelegten dreieckigen Eisenplatte, die auf dem hintersten Schiffsende befestigt wird (Rudernagelbuchse). Unterhalb des Rudernagels wird häufig zwischen dem Krümmling und dem Hintersteven eine Sicherheitskette angebracht (Abb. 267).

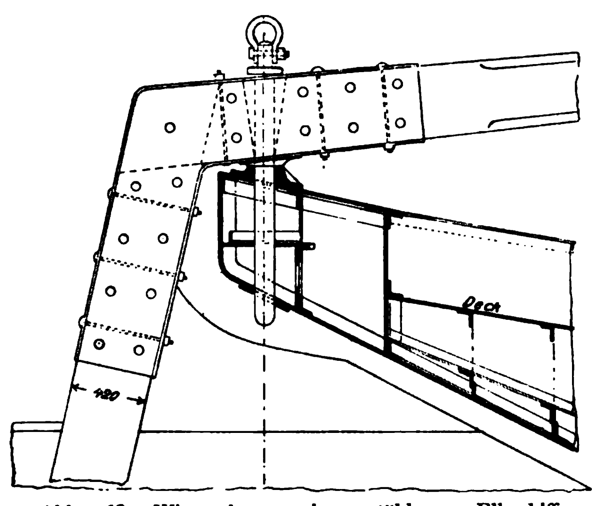


Abb. 268. Wippruder an einem stählernen Elbschiffe 1 : 40.

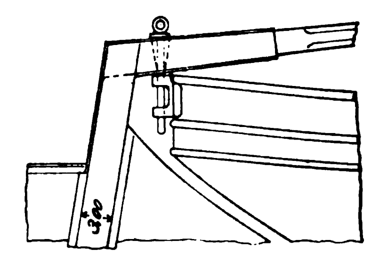


Abb. 269. Wippruder an Ösen befestigt 1 : 75.

Die Vorzüge des Wippruders als Schweberuder waren schon erwähnt; es wird ferner sein Gewicht zum großen Teil durch den Auftrieb des Wassers getragen, es läßt sich weit ausdrehen und bei der Bewegung ist nur die Reibung im Nagelloch zu überwinden. Aber hierin liegt auch eine Schwäche dieser Anordnung; denn Brüche des Rudernagels kommen ziemlich häufig vor und dann ist das Schiff sofort steuerlos. Andere Unfälle treten ein, wenn das Ruder, dessen Helmholz bisher meistens nur durch die Hände gehalten wurde, von der Welle eines vorbeifahrenden Dampfers einen Seitenstoß erhält, dem die Kraft des Steuermanns nicht gewachsen ist: Das herumschlagende Helmholz beschädigt dann nicht nur diesen oder wirft ihn über Bord, sondern es trifft zuweilen auch das daneben fahrende Schiff und richtet dort Unheil an. Solche Unglücksfälle treten auch ein, wenn das Schiff still liegt und das Helmholz nicht festgebunden ist.

Das feste Steuerruder hängt entweder ganz außenbords an dem Hintersteven oder sein Schaft geht durch das Hinterschiff hindurch. In diesem

Falle ist es meistens als Schweberuder angeordnet. Während das Wippruder auf den östlichen Wasserstraßen heimisch ist, findet man im Rheingebiete meistens feste hölzerne Steuerruder, die aus Holland stammen.

Abbildung 270 zeigt das Ruder einer Tjalk (36). Das hölzerne Ruderblatt ist oben ausgeschnitten und hängt mit drei Fingerlingen, die an langen eisernen Bändern befestigt sind, in drei Ruderösen, die in ähnlicher Weise an dem Hintersteven, dem »Kielholz« angebracht sind. Dies Kielholz springt weit hinter dem Heck vor und gibt dem Wasser eine gute Führung zum Ruderblatt, das dadurch auch bei verhältnismäßig geringer Länge eine gute Steuerfähigkeit des Schiffes gewährleistet. Die untere Länge beträgt 0,09 bis 0,12 der Schiffslänge. Das Helmholz (dort »Helmstock« genannt) ist gekrümmt und zur Verbindung mit dem Ruderblatt aufgeschlitzt. Ein besonderer Ruderschaft ist nicht vorhanden. Wir finden dies Steuerruder bei allen hölzernen holländischen Schiffen, z. B. bei der hölzernen Aak (16), und auch bei vielen Schiffen im deutschen

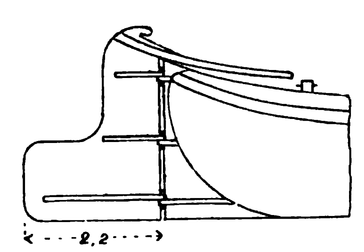


Abb. 270. Steuerruder einer Tjalk 1 : 120.

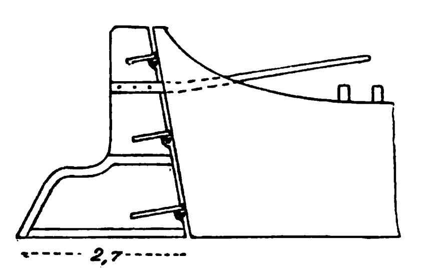


Abb. 271. Steuerruder eines kurischen Reisekahns 1 : 120.

Rheingebiet, bei dem oberrheinischen Holzschiff (23), beim hölzernen Neckarschiff (28) und bei den Mainschiffen (30 u. 31). Diese Ruderform ist auch zur unteren Ems gekommen, wo wir sie bei der Pünte (37) finden, und über See wahrscheinlich bis nach Ostpreußen. Die Abbildung 271 zeigt das sehr ähnliche Steuerruder des kurischen Reisekahns (1), wenngleich dort der Hintersteven geneigt steht und das vorspringende Kielholz fehlt. Die Eigentümlichkeit, daß der Helmstock durch das hoch hinaufgeführte Heck, den »Spiegel«, hindurchreicht, findet sich übrigens auch bei der als »Otter« bezeichneten holländischen Schiffsart.

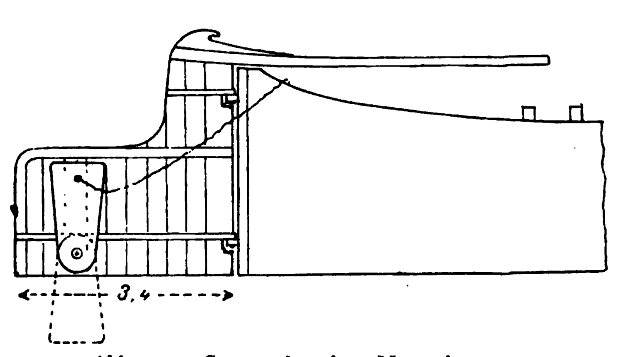


Abb. 272. Steuerruder eines Maasspitz 1 : 120.

Abbildung 272 stellt das Steuerruder eines hölzernen Maasspitz dar. Die untere Länge des Ruderblatts beträgt 0,09 der Schiffslänge, dürfte mithin genügen. Um aber dem Schiffe in leerem Zustande eine bessere Steuerfähigkeit zu geben, ist im unteren Teile des Blattes ein beweglicher Flügel angeordnet, der mittels eines Seils vom Schiffe aus gehoben oder gesenkt werden kann.

Die auf den elsäßischen, belgischen und französischen Kanälen sehr verbreiteten Penischen brauchen wegen ihrer breiten völligen Heckform ganz besonders lange Ruderblätter, weil der vordere, nahe am Kielholz hängende Teil des Blattes für die Ruderwirkung ziemlich bedeutungslos ist. Die untere Länge beträgt in der Regel 0,12 bis 0,13 der Schiffslänge. Da die Penischen meistens 38,5 m lang gebaut werden, so müssen die Steuerruder beim Durchfahren der Schleusen von gleicher nutzbarer Länge um einen rechten Winkel ausgedreht werden. Wenn

die Länge des Ruders 4,5 bis 5 m, die halbe Schleusenbreite aber nur 2,6 m beträgt, so muß das Ruderblatt etwa in der Mitte zusammengeklappt werden. Die Abbildungen 273 bis 275 zeigen einige der gebräuchlichsten Einrichtungen dieser Ruder. Das Blatt ist in der Regel trapezförmig, aus senkrechten Bohlen zusammengesetzt und etwa in der Mitte (der unteren Länge) in 2 senkrechte Flügel geteilt, die durch eiserne Scharniere zusammengehalten werden. Die Aufhängung an dem Kielholz geschieht gewöhnlich durch Ösen, die sowohl an diesem wie an dem Ruderblatt angebracht sind und durch eine senkrecht durchgesteckte runde Eisenstange (etwa 40 mm) zusammengehalten werden. Der starke, schwere Helmstock ist in seiner hinteren Hälfte mit einer tiefen Nut versehen, in die beide Ruderflügel von unten eingreifen. Wenn die Flügel zusammengeklappt werden sollen, muß der Helmstock vorgeschoben werden, wobei seine Unterfläche auf 4 Rollen läuft, die seitlich an dem vorderen Ruderflügel angebracht sind. Er wird in den Schleusen in der Regel ganz fortgenommen und beiseite gelegt und man bewegt das Ruder dann durch eine leichte Stange. Der übergeschobene Helmstock genügt aber nicht, um die beiden Teile des Ruderblatts in ausgestreckter Stellung steif zu erhalten. Man hatte darum früher meistens noch 2 eiserne wagerechte Riegel, von denen der eine etwa in Höhe der Leerebene und der andere in Höhe der tiefsten Einsenkung an dem Ruderblatt angeordnet war, so daß man gewöhnlich nur einen mit der Hand erreichen und benutzen konnte. Das war lästig und umständlich. Es sind darum bequemere Vorrichtungen eingeführt worden. Abb. 273 zeigt einen Verschluß mittels 3 senkrechter Riegel, die gemeinschaftlich an einer Stange *a* angebracht sind und durch 3 wagerechte Ösen *b* gehen, die an jedem Ruderflügel angebracht sind und in

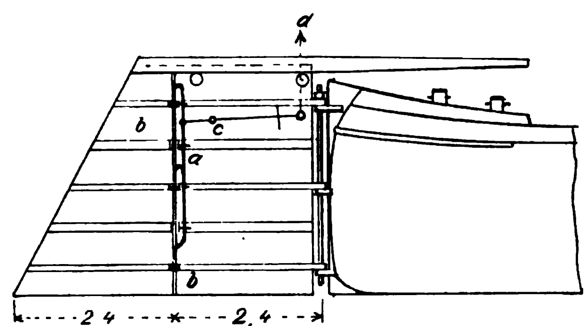




Abb. 273. Umklappbares Ruder einer Penische mit senkrechten Riegeln 1 : 120.

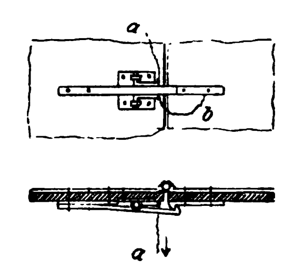


Abb. 274. Verbindung durch Feder und Haken.

ausgestrecktem Zustande übereinander liegen. Die Stange *a* wird durch einen zweiarmigen Hebel bewegt, der bei *c* seinen Drehpunkt hat und durch einen Zug oder Stoß *d* vom Schiffe aus in Wirksamkeit gebracht werden kann. Eine andere Vorrichtung (»à ressort«) ist in Abb. 274 dargestellt: Es sind 2 Haken, die übereinander greifen. Der eine am hinteren Ruderflügel ist fest, der andere am vorderen Flügel federt in wagerechtem Sinne. Um die Feder anzuspannen und den Haken zu lösen, ist hinter der Feder eine um eine senkrechte Achse drehbare Platte angeordnet, die durch den Zug an einer Kette *a* vom Schiffe aus aufgerichtet werden kann. Dann ist der hintere Ruderflügel frei und kann umgeklappt werden. Bei dieser Bewegung zieht die an ihm befestigte kürzere Kette *b* die oben erwähnte Platte wieder zurück und die Spannung der Feder hört auf. Wenn später der hintere Ruderflügel wieder in die ausgestreckte Stellung gedreht wird, schnappen die Haken von selbst ineinander und die steife Verbindung ist wieder hergestellt. (Nach Dehem, S. 292.)

Diese Vorrichtungen sind sinnreich ausgedacht, aber umständlich zu handhaben und verursachen im Betriebe (namentlich bei den zahlreichen Schleusen der französischen Kanäle) oft Störungen. Man bevorzugt neuerdings deshalb die in Abb. 275 gezeichnete Anordnung des Ruders, die in Frankreich und Belgien »à lunette«, im Elsaß »Seefang« genannt wird, und im wesentlichen nur eine bewegliche Verlängerung des Ruderblatts darstellt. Der Seefang kann vom Schiffe aus durch einen Zug *a* mittels Rollen leicht aufgeholt oder herabgelassen werden. Damit das letztere erleichtert wird, ist der Drehpunkt des Seefangs nicht in seine Mittellinie, sondern mehr nach vorne gelegt. In herabgelassenem Zustande ruht dieser Ruderflügel auf einem

eisernen Haken. Man erreicht bei dieser Einrichtung noch den Vorteil, daß der Helmstock nicht bei jeder Schleuse abgenommen werden muß, sondern durch Schraubbolzen mit dem Blatt fest verbunden werden kann. Wenn dabei aber der vordere Teil des Helmstocks länger als 2,6 m wird, muß er durch ein Gelenk umklappbar gemacht werden.

Wie schon erwähnt, bildet bei den Penischen und ähnlichen Kanalschiffen die Oberkante des Helmstocks den höchsten Punkt der Fahrzeuge. In dem Bestreben, möglichst viel leichte Ladung einnehmen zu können, baut man die Schiffe sehr hoch und nimmt beim Durchfahren von Brücken nötigenfalls den Helmstock ab, womit man etwa 100 mm Höhe gewinnt. Um aber noch mehr Höhe zu gewinnen, wird oft eine Aufhängung des Ruders gewählt, die in Abb. 276 dargestellt ist und es ermöglicht, das ganze Ruder um etwa 250 mm zu senken. Es sind die Ruderösen an eine quadratische Eisenstange (40 mm) geschmiedet, die selbst wieder in Führungen, die am Kielholz befestigt sind, senkrecht beweglich und oben mit Schraubengewinde und Schraubenmutter versehen ist. Durch Nachlassen der Mutter kann nach Beseitigung des Helmstocks das ganze Ruderblatt gesenkt werden.

Die Straßburger Schiffe haben ein mehr abgerundetes Heck und gewähren dadurch dem Wasser einen besseren Zugang zum Ruderblatt. Es genügt deshalb eine geringere Länge für dieses und ein kleinerer Ruderflügel (Seefang), wie aus Abb. 276 ersichtlich. Das Ruderblatt wird bei diesen Schiffen in der Regel in der dargestellten Weise oben in einer geschwungenen Linie ausgeschnitten.

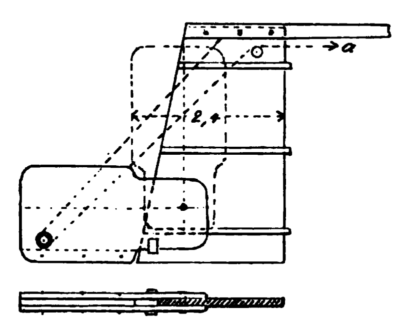


Abb. 275. Ruder einer Penische mit »Seefang« 1 : 120.

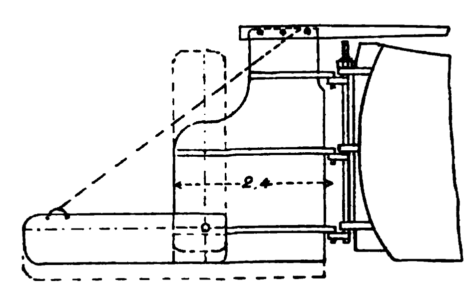


Abb. 276. Senkrecht bewegliches Ruder eines Straßburger Schiffes mit Seefang 1 : 120.

Zu den hölzernen Steuerrudern, die am senkrechten Hintersteven aufgehängt werden, gehören auch die der Wolgaschiffe (vgl. Abb. 194 bis 203). Das Ruder der großen hölzernen Donauschiffe (47) ist diesen sehr ähnlich (Abb. 181).

Wenn das Heck der Schiffe kaffenförmig oder löffelförmig ist, wird an den westlichen Wasserstraßen der senkrechte Ruderschaft durch das Hinterschiff hindurchgeführt, wobei man gleichzeitig in der Regel das Blatt als Schweberuder ausbildet.

Solche Ruder führen z. B. die Weserböcke (Abb. 277). Die untere Länge des Blatts ist 8,5 m, d. i. 0,18 bis 0,19 der Schiffslänge, also außerordentlich groß. Mehr als ein Drittel dieser Länge (0,38) befindet sich vor der Mitte des Ruderschafts. Die Höhe des Ruderblatts beträgt 0,7 m, die Dicke 80 bis 100 mm. Der 320 mm starke Ruderschaft ist unten geschlitzt und über das Blatt geschoben. Oben ist er rund gearbeitet und durch das Heck geführt, wo er zwei Führungen findet: Die untere besteht in einem eisernen Bügel, der an einem kielholzartigen Klotz befestigt ist, die obere in einer eisernen Platte und einer starken Bohle, die auf der hinteren Spitze des Schiffes angebracht sind. Der rohrartige Raum, in dem der Schaft durch das Schiff geführt wird, heißt allgemein der »Koker«. Er wird gegen den übrigen Schiffskörper abgeschlossen, damit kein Wasser in das Schiff dringen kann. Vom oberen Ende des Schafts ist nach dem hintersten Ende des Ruderblatts ein gekrümmtes Holz zur Versteifung geführt, das auf dem einen

Ende durch Schraubbolzen mit dem Helmholz verbunden und am anderen Ende aufgeschlitzt über das Blatt geschoben ist.

Diese Ruderform ist auch am Rhein und seinen Nebenflüssen (Lahn, Mosel, Saar) sehr verbreitet, meistens in der Art, wie in Abb. 278 dargestellt ist. Während sonst das Ruder hinten mit dem Versteifungsbügel endigt, ist in diesem Falle noch dahinter ein beweglicher Flügel angebracht, der z. B. beim Durchfahren der engen Lahnschleusen umgeklappt wird. In gestreckter Stellung wird er durch einen Riegel gehalten. Der in dem Koker geführte Ruderschaft hat nur eine obere feste Führung. Die ganze untere Länge des Ruderblatts ist 0,14 der Schiffslänge, die Höhe gleich 0,8 m.

Das in Abbildung 279 dargestellte Ruder eines hölzernen Maasschiffs (Herna) zeigt etwas andere Verhältnisse: Die ganze untere Länge des Blatts ist 0,16 der Schiffslänge, während die Höhe vom Schaft nach hinten in zweckmäßiger Weise von 1,7 m bis auf 2 m zunimmt. Beachtenswert ist der hintere bewegliche Flügel des Blatts, der durch einen besonderen

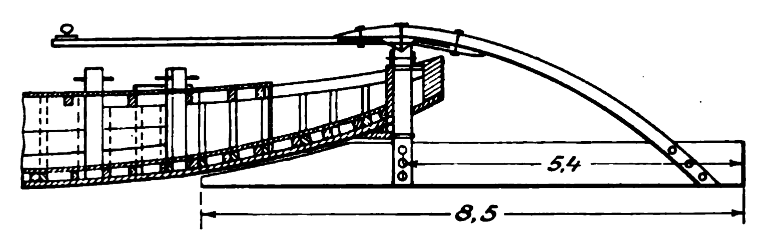


Abb. 277. Schweberuder eines Weserbocks 1 : 120.

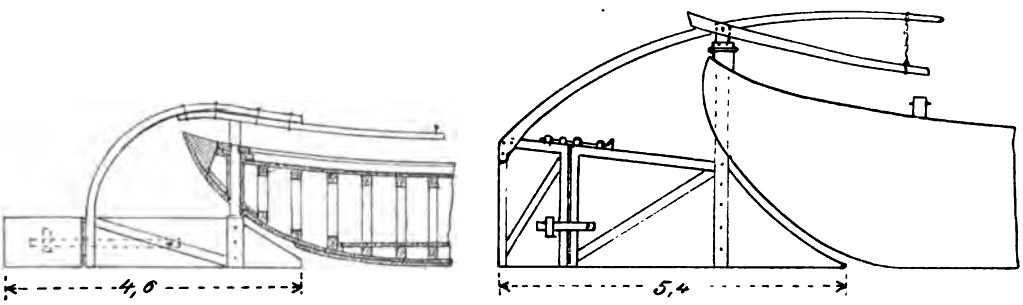


Abb. 278. Schweberuder mit Flügel im Rheingebiet 1 : 120.

Abb. 279. Schweberuder mit Flügel an einem Maasschiffe 1 : 120.

Helmstock vom Schiffe aus bewegt werden kann, wenn die beiden Riegel gelöst sind. Der runde Koker ist über Deck bis nahe unter das Helmholz geführt. Alle diese Schweberuder mit senkrechtem Schaft und nur einem, hochangebrachten Halslager sind empfehlenswert, da sie leicht zu handhaben sind.

Eiserne Steuerruder wurden am Rhein gleichzeitig mit den eisernen Schiffskörpern eingeführt und haben sich allmählich zu einer guten einheitlichen Form entwickelt, wie sie in Abb. 280 für ein großes Schiff von etwa 1800 t Tragfähigkeit dargestellt ist. Der Rahmen des Ruderblatts ist mit dem Ruderschaft zusammengeschweißt und hat bei großen Schiffen noch einen bis drei wagerechte Stege, die gleichfalls eingeschweißt sind. Auch der Rahmen selbst wird aus 2 bis 3 Stücken zusammengeschweißt. Seine Stärke nimmt nach hinten allmählich ab. Die Form ist im allgemeinen rechteckig; doch wird der vordere Teil wegen des übergebauten Hecks meistens

etwas niedriger gemacht. Der Rahmen wird beiderseits mit Blechplatten belegt, die mit durchgehenden Nieten befestigt werden. Der Zwischenraum wird in der Regel durch Fichtenholz ausgefüllt.

Ähnlich wie bei den vorbeschriebenen hölzernen Rudern sind auch bei den eisernen meistens Einrichtungen vorhanden, um die Fläche des Blatts und damit sowohl seine Wirksamkeit als auch die zur Bewegung des Ruders erforderliche Kraft nach Bedarf zu verändern. Das geschieht durch Schieber, die entweder, wie in unserer Abbildung, auf Rollen wagerecht verschieblich sind oder senkrecht aus ihren Führungen herausgezogen werden können.

Ruder eines großen Rheinschiffs, Abb. 280 bis 282.

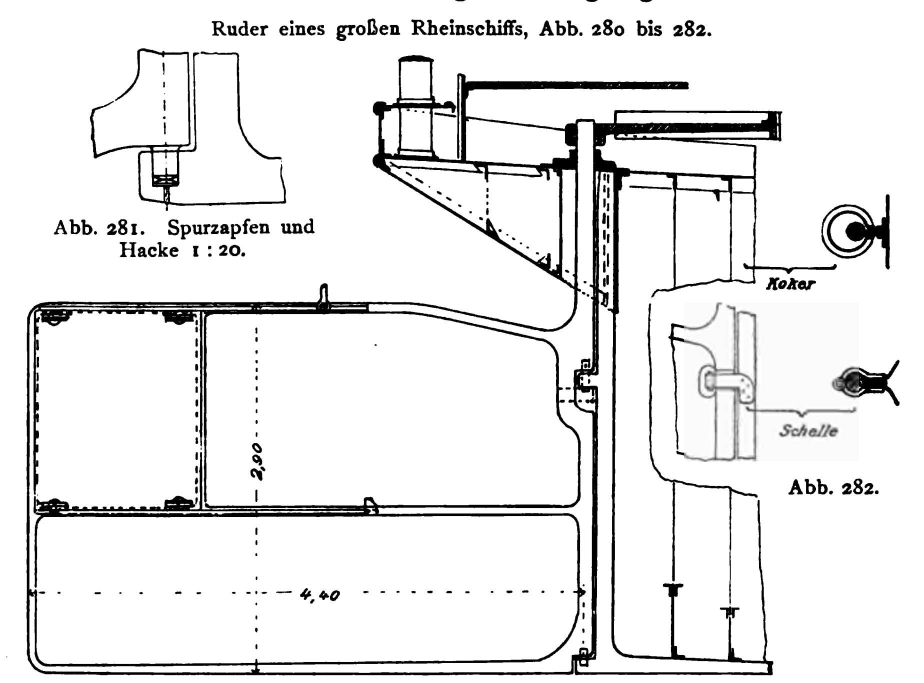


Abb. 281. Spurzapfen und Hacke 1 : 20.

Abb. 282.

Abb. 280. Ansicht des Ruders 1 : 60.

Der Ruderschaft wurde anfangs mit mehreren Fingerlingen in Ruderösen eingehängt, die an dem Hintersteven angeschweißt waren. Man legt jetzt aber den Hauptwert auf den untersten Fingerling, der als Spurzapfen in der »Hacke« des Hinterstevens gelagert wird, und nur bei besonders hohen Rudern wird noch oberhalb ein Fingerling angeordnet, wie in unserer Abbildung. Neuerdings werden diese Fingerlinge nicht mehr an den Ruderschaft geschweißt, sondern als besonders abgedrehte stählerne Zapfen hergestellt, die dann in den Schaft fest eingesetzt werden. Der untere Spurzapfen bewegt sich auf einer eingelegten, abgerundeten Stahlplatte (Abb. 281). Der obere Fingerling wird in neuester Zeit oft fortgelassen und durch eine einfache Schelle ersetzt (Abb. 282), die sich um einen abgedrehten Teil des Schafts legt und mit dem Steven durch Schraubbolzen verbunden ist. Im Falle eines Bruchs des Spur-

zapfens gibt sie dem Ruder noch eine notdürftige Befestigung. Oberhalb des Blatts bekommt der Schaft einen kreisrunden Querschnitt und wird in dem zilindrischen »Koker« durch das übergebaute Heck bis auf Deck geführt, wo er in einem Lager gehalten wird, das mit einer rechteckigen Platte auf dem Deck und an den Deckbalken durch Schraubbolzen befestigt ist. Der Koker ist an den Hintersteven genietet und dieser wieder durch 2 Winkel mit der senkrechten »Heckbalkenplatte« verbunden. Oben auf dem Ruderschaft befindet sich die Nabe des Zahnkranzes, der durch die später zu besprechende Steuermaschine bewegt wird.

Hinsichtlich der Abmessungen des Ruders ist zu erwägen, daß seine Wirksamkeit von der Geschwindigkeit des Schiffes abhängt. Bei Schiffen, die für größere Geschwindigkeiten bestimmt sind, braucht man deshalb verhältnismäßig kleinere Ruderflächen. Der G. L. gibt für die Länge des Blatts keine Vorschrift, die V. V. G. verlangen aber, daß diese Länge nicht größer als 0,06 bis höchstens 0,08 der Schiffslänge sein soll. Bei den großen Rheinschiffen ist dies Verhältnis 0,05 bis 0,06, bei den Schiffen des Dortmund-Ems-Kanals und den Donauschiffen etwa 0,06 und bei den Schiffen auf den östlichen Wasserstraßen etwa 0,075. Die Höhe des Ruderblatts wird meistens so gewählt, daß wenigstens der hinterste Teil bei der größten Eintauchung des Schiffes noch 50 bis 150 mm über Wasser reicht. Wichtig ist die Stärke des Ruderschafts. Nach den Vorschriften der V. V. G. soll der Durchmesser je nach den Gruppen 75 bis 150 mm betragen. Der G. L. hat dafür die Formel $0{,}3\sqrt[3]{f \cdot r \cdot V^2}$ in cm aufgestellt, worin f die ganze Fläche des Ruderblatts in m², r den Abstand des Schwerpunkts dieser Fläche von der Drehachse in cm und V die Schiffsgeschwindigkeit in Knoten bedeuten. Für Binnenschiffe soll V bei Dampfern angenähert nach der Formel $V = 3{,}0 \cdot \sqrt[3]{\frac{PSi}{F}}$ berechnet werden, worin PSi die indizierten Pferdestärken der Maschine und F den Flächeninhalt des eingetauchten Hauptspants bedeuten. Im übrigen gibt der G. L. für die Längsnummern von 35 bis 1500 in einer Tafel die Größe des Schaftdurchmessers zu 38 bis 185 mm an. Die großen Rheinschiffe zeigen Durchmesser von 140 bis 170 mm, das größte von 3500 t Tragfähigkeit hat einen solchen von 180 mm. Der Durchmesser der Fingerlinge oder des Spurzapfens soll 0,6 vom Durchmesser des Ruderschafts betragen, die Ösen sollen eine Höhe von 1,5 und eine Wandstärke von 5/8 des Durchmessers des Fingerlings haben. Die Beplattung des Ruderrahmens soll halb so stark sein, wie die Seitengänge des Schiffskörpers. Nach einer anderen Regel soll die Stärke des Ruderschafts $= 0{,}044 \cdot \sqrt[3]{f}$ in mm sein.

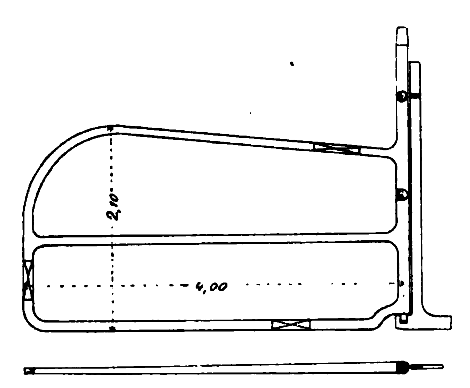


Abb. 283. Ruder eines Dortmund-Ems-Kanalschiffs 1 : 80.

Abb. 283 zeigt Ruder und Hintersteven von einem Dortmund-Ems-Kanalschiff. Der Ruderrahmen und der Steg sind 100 mm hoch; doch ist das Ruderblatt nur auf einer Seite beplattet. Auch ist nur ein Spurzapfen vorhanden. Die ganze Anordnung ist sonst den Rheinschiffen entsprechend. Bei leicht gebauten oder kleineren Schiffen wird übrigens der Koker und das oberste Lager zuweilen fortgelassen.

Zuweilen werden eiserne Steuerruder ohne übergebautes Heck ange-

ordnet, wie z. B. bei den neueren Donauschiffen (45) und bei dem Klodnitzkanalschiff (10).

Bei der Weser wird das Ruderblatt auch bei den neuesten stählernen Schiffen noch immer aus Holz hergestellt, besonders wegen der bedeutenden Länge. Diese beträgt dort und an der Aller bei den neueren Schiffen 0,10 bis 0,11 der Schiffslänge, ist mithin schon erheblich kleiner als bei den alten Weserböcken. In Abb. 284 ist das Steuerruder von einem der neuesten Weserschiffe dargestellt.

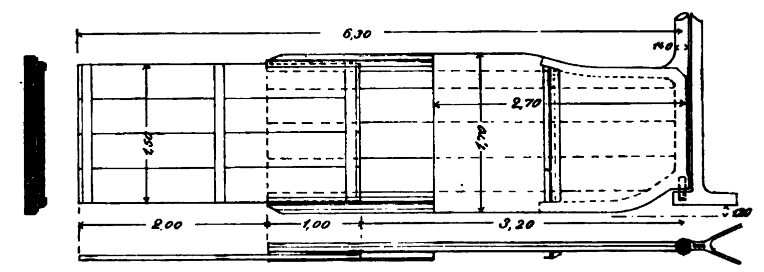


Abb. 284. Ruder eines Weserschiffs (von veränderlicher Länge) 1 : 80.

An den Ruderschaft von 140 mm Durchmesser sind zwei starke Arme geschmiedet, zwischen denen das aus doppelten, je 55 mm dicken Bohlen gebildete Blatt sitzt. Auf dem vordersten 2,7 m langen Teile sind über die Bohlen, die Arme und den Schaft beiderseits 8 mm starke Bleche gelegt und mittels Schraubbolzen befestigt. Die Bohlen bestehen aus Fichtenholz, mit Ausnahme der obersten von doppelter Stärke, die aus Eichenholz gemacht ist. Das hinterste Stück des Blatts von 2 m Länge kann zurückgeschoben werden. Der 3 m lange und 1,5 m hohe Schieber aus 70 mm starken Fichtenbohlen wird in Winkeln von 78 · 52 · 6 mm Stärke geführt, die durch gleich starke Winkel mit dem festen Blatte verbunden sind. Sowohl der Schieber wie der übrige Teil des Blatts sind noch durch senkrechte Bleche von 100 bis 150 mm Breite und 6 mm Dicke und durch Winkel von gleicher Stärke versteift. Die Anordnung des Spurzapfens ist ähnlich wie bei den Rheinschiffen. Das fragliche Weserschiff hat im Boden einen hinteren Sprung von 120 mm.

Die Schieber in dem Ruderblatt sind eigentlich eine Eigentümlichkeit der rheinischen Bauweise, werden aber in neuerer Zeit nicht nur an der Weser, sondern zuweilen auch an der Elbe angewendet (Abb. 84).

Viele neue stählerne Weserschiffe haben zwar, wie beschrieben, einen eisernen Ruderschaft, führen aber nach alter Überlieferung noch den wagerechten langen Helmstock aus Holz, der durch einen gußeisernen oder schweißeisernen Schuh mit dem Ruderschaft verbunden ist. Diese Einrichtung scheint nicht nachahmenswert.

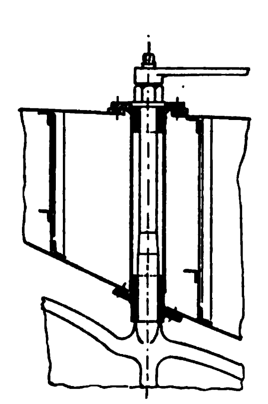


Abb. 285. Aufgehängtes, eisernes Schweberuder.

Eiserne Schweberuder werden bei Schiffen mit löffelförmigem oder kaffenartigem Heck angewendet. Zuweilen gibt man dem Ruderschaft unten noch einen Spurzapfen, der in einem durch seitliche Arme gehaltenen Schuh ruht. Oft verzichtet man aber darauf und ordnet das Ruder hängend an, ähnlich wie bei den hölzernen Schweberudern der Lahn-, Ruhr- und Moselschiffe. In Abb. 285 ist die Aufhängung eines eisernen Schweberuders bei einem kleineren Schiffe dargestellt.

Die 3 Arme des Ruderrahmens sind mit dem senkrechten Schaft zusammengeschweißt, der abgedreht und in einem eisernen Rohr durch das Heck bis auf Deck geführt ist, wo er mittels einer starken aufgeschraubten Tragmutter auf einer gußeisernen Lagerplatte ruht, die durch Schraubbolzen mit dem Deck verbunden ist. Oberhalb der Mutter ist die Pinne aufgekeilt, die von der Steuermaschine bewegt wird, und darüber befindet sich noch eine vierkantige Fortsetzung des Schafts, auf die eine Notpinne gesetzt werden kann. Der Ruderschaft wird von unten eingesetzt und hat unten einen größeren Durchmesser als oben. Er wird in zwei gußeisernen Lagern senkrecht geführt, die oben und unten in das schweißeiserne, oben erwähnte Rohr eingeschraubt und an dem Schiffskörper befestigt sind. Das obere Lager ist mit der oben erwähnten Lagerplatte aus einem Stück hergestellt. Die Tragmutter ist mit Schmierlöchern versehen, um die Reibung auf der Lagerplatte zu vermindern. Bei großen Schiffen genügt das aber nicht, und es muß zwischen Lagerplatte und Mutter noch ein Kugellager angeordnet werden.

Aufgehängte Schweberuder haben z. B. die Schiffe mit Löffelformen auf dem Dortmund-Ems-Kanal (Abb. 155). Bei anderen Schiffen mit Schweberudern, wie z. B. bei dem Elbschiff in Abb. 84 und dem Rhoneschiff in Abb. 191, steht der Ruderschaft am unteren Ende in einem Spurlager, das in der zurückgeschobenen Hacke des Hinterstevens angebracht ist. Die aus Abb. 84 ersichtliche Form des Schweberuders mit verhältnismäßig kleiner Ausgleichfläche wird auch bei Dampfschiffen häufig angetroffen.

Ausstattung, Ausrüstung, Anstrich. Wir verstehen unter der Ausstattung den inneren Ausbau nebst Zubehör, soweit die Teile bei der Bestellung und der Lieferung der Lastschiffe gewöhnlich in die Kaufsumme einbegriffen werden. Dagegen umfaßt die Ausrüstung die übrigen für den Betrieb des Schiffes erforderlichen Stücke, die der Besteller sich in der Regel selbst beschafft. Die Grenzen dieser Einteilung schwanken mit den örtlichen Gewohnheiten. So werden z. B. die Ankerwinden im Rheingebiet stets zum Schiffskörper gerechnet und mitgeliefert, während sie an den östlichen Wasserstraßen gewöhnlich zur Ausrüstung gehören. Beim Vergleich der Neubaukosten ist dies zu beachten. Zuweilen wird die Lieferung des Schiffes einschließlich aller Ausrüstungstücke vereinbart.

Zur Ausstattung gehören gewöhnlich folgende Teile:

Die Wegerung (Bühne, Streck, Strau, Püddeling) wirkt mit zur Längsversteifung des Schiffes und der G. L. schreibt darum ihre Holzstärke je nach der Längsnummer zu 25 bis 40 mm vor. Bei hölzernen Bodenwrangen darf die Stärke um 5 bis 10 mm kleiner gewählt werden, weil die freitragende Länge der Bretter geringer ist. Im allgemeinen wird die Stärke im ersteren Falle zu mindestens 35, im letzteren zu mindestens 30 mm, bei den großen Rheinschiffen gewöhnlich zu 50 mm gewählt. Die einzelnen Bretter (aus Fichten- oder Tannenholz) müssen dicht gefugt, gefalzt oder gespundet sein. Sie werden am besten zu einzelnen Tafeln verbunden, damit sie sich leicht aufnehmen lassen. Bei den Rheinschiffen sind meistens in jedem Laderaume besondere bewegliche Konsolen aus Rundeisen angeordnet, die zur Auflagerung der aufgenommenen Bodenplatten dienen.

Die Seitenverkleidung (Hängebühne, Seitenausschlag) wird in gleicher Weise aus 25 bis 35 mm starken Brettern dicht und leicht abnehmbar hergestellt.

Der innere Ausbau der Kajüten und Küchen, Fußböden, Wände, Decken, Türen, Fenster, Oberlichte, Treppen, Niedergänge mit Kappen (aus Holz oder Blech) sowie die Ausstattung mit Bettstellen (Kojen), Schränken, Tischen, Bänken, Öfen, Kochherden u. dgl. richtet sich nach der Größe der Schiffe, den Gewohnheiten der Schiffer und den Wünschen des Bestellers. Die Unterschiede sind sehr groß. Bei den großen Rheinschiffen besteht die für den Schiffer bestimmte Hinterkajüte oft aus einem Wohn- und zwei Schlafräumen nebst Abort unter Deck, wozu noch Küche und Speiseraum in der Roef (Aufbau über Deck) treten, die durch eine besondere Treppe mit den unteren Räumen verbunden ist, die aufs behaglichste ausgestattet sind. Die im Vorschiff nur unter Deck angeordneten Räume für die Mannschaft sind einfacher gehalten. Auf einigen der neuesten großen Rheinschiffe findet man in den Wohnräumen sogar Warmwasserheizung.

Die Einrichtung der Geräteräume. Dazu gehören bei allen Lastschiffen der Raum im Hinterschiff hinter der Kajüte, die Piek, und der entsprechende Raum im Bug, Vorpiek oder »Kabelgatt«, wo sich die Kästen für die Ankerketten befinden. Außerdem dienen zu solchen Zwecken die Herfte auf den Rheinschiffen und die Freiräume auf den Elbschiffen, die außerdem zur Lagerung von Vorräten, Lebensmitteln und Brennstoffen benutzt werden. Alle diese Räume werden mit innerer Bretter- oder Lattenverkleidung, sowie mit verschließbaren Luken und Lukendeckeln versehen. Die Anordnung der aus Brettern hergestellten Ställe und der Landebrücken für die auf den westlichen Kanalschiffen oft mitgeführten Zugtiere ist bei der Penische (25) beschrieben worden. (Vgl. auch Abb. 120.)

Steuervorrichtungen. An den östlichen Wasserstraßen, auf den Weserschiffen, auf den westlichen Kanalschiffen und auf den Schiffen, die die Nebenflüsse des Rheins befahren, wird das Steuerruder gewöhnlich unmittelbar durch Menschenhand mittels des langen Helmholzes oder Helmstocks bewegt. Die Gefährlichkeit dieser Handhabung ist beim Wippruder besprochen worden. Bei den neuen großen Schiffen auf den östlichen Wasserstraßen und auf der Weser gehört aber zur sicheren Bewegung des Ruders eine große Kraftleistung, und andererseits kommt es besonders im Schleppzuge darauf an, daß das Ruder möglichst fest in der bestimmten Lage gehalten wird, weil durch das Hin- und Herpendeln des Ruderblatts der Schleppwiderstand erheblich vermehrt wird. Bei kleineren Schiffen hilft man sich durch ein an beiden Bordkanten befestigtes Seil, das nach Bedarf um den Helmstock geschlungen wird. Zuweilen legt man auch zur Erleichterung der Bewegung Taljen (Blöcke) ein. Bei den größeren Schiffen ist es jetzt üblich, am Helmholz zwei Seile anzubringen, die beiderseits durch nahe den Borden befestigte Rollen zu einer oder zwei Trommeln einer besonderen Steuerwinde führen, die meistens in der Mitte der hinteren Abschlußwand des Laderaums angeordnet ist und durch ein senkrecht stehendes Steuerrad bedient wird. Abb. 286 zeigt eine Einrichtung einfachster Art bei einem Weserschiffe. Die

Führungsrollen sind dort zum Teil auf den Pollern angebracht. Die Winde hat nur eine Trommel, um die das Drahtseil umgeschlungen ist, dessen beide Enden auf diese Weise dauernd mehr oder weniger gespannt bleiben. Diese Anordnung findet man in ähnlicher Weise auf vielen Oder- und Elbschiffen. Besser und mehr beliebt sind jetzt Winden mit 2 Trommeln, wodurch ein Rutschen des Seils auf der Trommel vermieden wird (Abb. 287 bis 289).

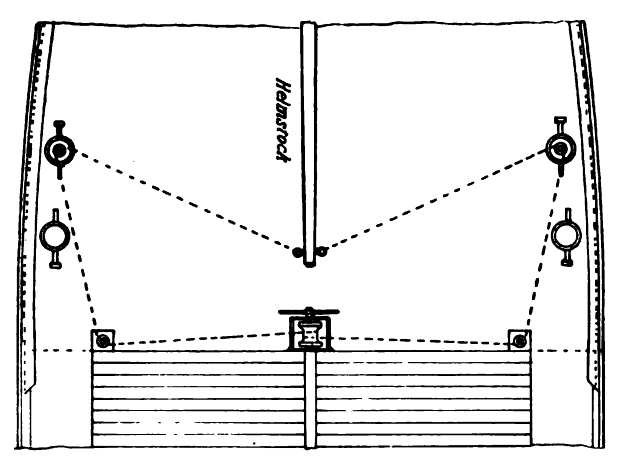


Abb. 286. Steuervorrichtung auf einem Weserschiff 1 : 100.

Auf der Welle des Steuerrads sitzen 2 »Ritzel« (Rundsel, Getriebe), die in die mit den beiden Trommeln verbundenen Zahnkränze greifen. Wird das Seil der einen Trommel aufge-

Steuerwinde auf den östlichen Wasserstraßen, Abb. 287 bis 289. 1 : 75.

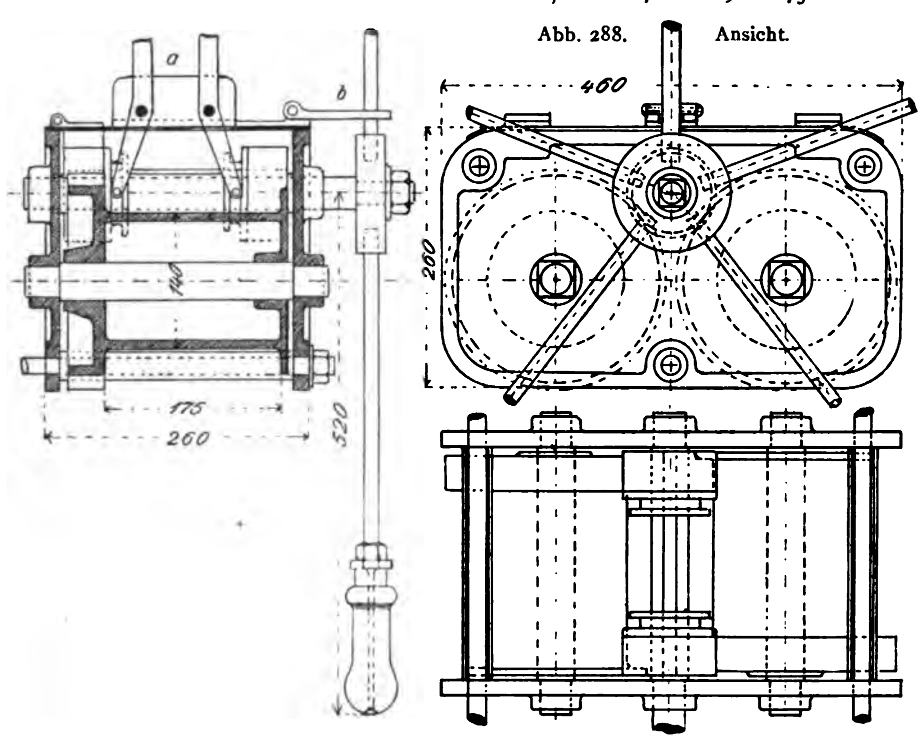


Abb. 287. Querschnitt.

Abb. 289. Grundriß.

wickelt, so wickelt sich das auf der anderen Trommel ab. Die Übersetzung der Zahnräder bei dieser für ein großes Elbschiff bestimmten Winde ist 12:32. Der Durchmesser der Trommeln beträgt 140 mm. Beide Ritzel sind auf der Welle des Handrads verschieblich und können durch je einen Hebel (*a*) ausgerückt werden. Löst man eines der zum Helmholz führenden Drahtseile, so kann man durch Einrücken des betreffenden Ritzels die Trommel auch zum Verholen des Schiffes in den Häfen benutzen und zwar entweder nach Backbord oder nach Steuerbord. Die dargestellte Winde wird wie ein Kasten an der Hinterwand des Laderaums durch 3 Schraubbolzen befestigt, die als Verlängerungen der Traversen angeordnet sind. Oben befindet sich bei *b* eine umklappbare Gabel zum Feststellen des Handrads. Diese Steuerwinden geben auch den Vorteil, daß der Steuermann nicht dauernd stehen muß, sondern vor dem Rade sitzen kann.

Bei festen eisernen Steuerrudern wird gewöhnlich auf dem oberen Ende des Ruderschafts über Deck ein wagerechter Zahnkranz angebracht, der durch einen Ritzel an einer davorstehenden senkrechten Welle bewegt wird. Diese Welle trägt an ihrem oberen Ende entweder unmittelbar ein wagerechtes

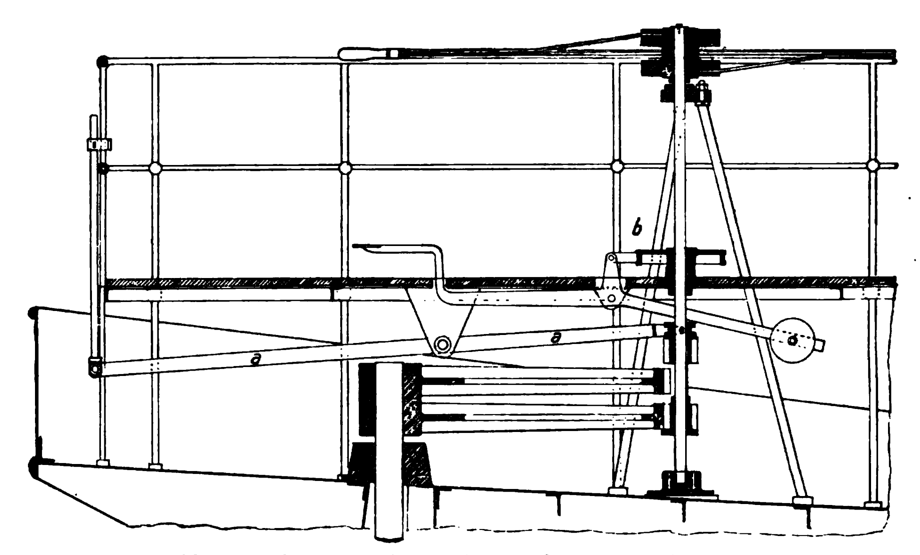


Abb. 290. Steuervorrichtung eines großen Rheinschiffs 1 : 30.

Steuerrad oder wird mittels Kegelradübersetzung durch ein senkrechtes Handrad gedreht. Die erstgenannte Bauweise mit wagerechtem Steuerrad ist besonders am Rhein überall verbreitet und gut ausgebildet. Die Abbildung 290 zeigt die Steuermaschine eines großen Rheinschiffs mit allen Verbesserungen.

Der Zahnkranz (Quadrant) ist doppelt übereinander angeordnet. Ebenso ist ein zweiter oberer Ritzel vorhanden, der auf der Welle des Steuerrads verschieblich und für gewöhnlich nach oben ausgerückt ist. In dieser Lage wird er durch den Ausrückhebel a gehalten, der am Hinterende des Schiffs durch eine senkrechte Stange und einen Splint am Geländer des Steuerstuhls befestigt ist. Tritt bei der Fahrt der Bruch eines Zahns im unteren Zahnkranz oder im unteren Ritzel ein, so fällt durch Lösen des Splints der obere Ritzel hinunter und greift in den oberen unverletzten Zahnkranz. Zuweilen sind an nur einem Zahnkranze zwei Reihen Zähne übereinander angeordnet, so daß der obere Ritzel für die obere Reihe Zähne bestimmt ist. Bei einigen Schiffen werden auch die Zähne in einzelnen Stücken auswechselbar eingerichtet und Ersatzteile mitgeführt. Neuerdings wird der Zahnkranz in einem Umfange von 180° angeordnet, so daß das Ruder beiderseits um 90° ausgedreht werden kann; früher begnügte man sich mit einem

kleineren Ausschlagwinkel. Diese sogenannten Quadranten wurden früher aus Gußeisen oder Stahlguß hergestellt, werden in neuerer Zeit aber oft geschmiedet. Die Ritzel macht man aus Rotguß, Phosphorbronze oder Stahlguß. Auch das auf Deck befindliche Lager für den Ruderschaft, die Ruderbüchse, wird oft aus Bronze gefertigt.

Etwa 750 mm über Deck ist die »Steuerbrücke«, der Fußboden des Steuerstuhls angeordnet: Der mittlere Teil, der das Lager der senkrechten Welle (Königstange) von meistens 80 mm Durchmesser trägt, ist aus Blech und darüber ist ein 30 mm starker Fußboden angeordnet. Er ist rings mit einem festen eisernen Handgeländer umgeben und meistens durch zwei Treppen vom Deck zugänglich. Etwa 900 mm über dem Fußboden ist (oft in der Höhe verstellbar) das wagerechte Steuerrad (Haspel) aus Schmiedeeisen angebracht, das hier einen Durchmesser von 2,75 m hat. Eine seit längerer Zeit hinzugefügte Verbesserung ist die Bremse (*b*), mit der das Steuerrad festgehalten wird. Sie wird vom Steuermann mit dem Fuß gelöst, wenn das Ruder bewegt werden soll. Die Bremsscheibe sitzt auf der Königstange nahe über der Steuerbrücke. Zuweilen wird zum Feststellen des Quadranten noch eine besondere Bremse mit Schraubenspindel vorgesehen. Zum Schutz gegen Sonne und Regen ist über dem Steuerstuhl in der Regel ein Zelt (Sonnenzelt) angebracht, das oft bis an die Roef ausgedehnt wird. Trotz der einfachen Übersetzung kann bei dem großen Durchmesser des Handrads leicht eine bedeutende Kraft ausgeübt werden. In unserem Beispiele betragen die Durchmesser der Teilkreise von Ritzel und Zahnkranz 115 und 1108 mm, wobei der Ritzel 9 Zähne hat.

Aber für alle Verhältnisse genügt diese Kraftübertragung nicht. Bei der Weser z. B. hat sich die Anwendung von sehr großen Ruderblättern (vgl. Abb. 284) als erforderlich gezeigt, zu deren Bewegung trotz der kleineren Schiffe doch unter Umständen eine größere Kraft nötig ist. Bei der Einführung der rheinischen Steuermaschine war man deshalb dort gezwungen, zwischen der Welle des Handrads und dem Quadranten noch ein Vorgelege an einer besonderen seitlich aufgestellten Welle einzufügen und zwar so, daß es nach Bedarf auch ausgeschaltet werden kann.

Bei Lastschiffen, die am Heck nicht so große Breiten haben wie die Rhein- und Weserschiffe, kann man diese Steuermaschinen nicht verwenden, zumal der Raum auf dem Hinterdeck zur Handhabung der Anker- und Verholwinden, der Schlepptaue, Fahrbäume u. dgl. gebraucht wird. Die rheinische Einrichtung erfordert außerdem auch eine große freie Höhe über dem Hinterdeck, die nicht auf allen Wasserstraßen zur Verfügung steht. Zuweilen hat man wohl die Königstange nahe über der Steuerbrücke durchschnitten und durch eine lösliche Kupplung verbunden, so daß man den oberen Teil mit dem Handrad beim Durchfahren niedriger Brücken vorübergehend abnehmen kann; aber diese Anordnung ist nicht empfehlenswert. Bei den neuen stählernen Schiffen auf dem Dortmund-Ems-Kanal ist es gelungen, diese Steuermaschine bei ziemlich beschränkter Höhe anzuwenden, so daß der oberste Punkt des Handrads beim Leergang des Schiffes nur etwa 3,7 m über dem Wasserspiegel liegt.

Bei der Anordnung eines senkrechten Steuerrads braucht man im Grundriß weniger Raum. Bei den Donauschiffen, wo man rücksichtlich der Höhe nicht sehr beschränkt ist, baut man wie auf dem Rhein einen hohen Steuerstuhl, der dem Steuermann einen freien Ausblick gewährt, und überträgt die Bewegung der doppelten, 2 m im Durchmesser großen, senkrechten Handräder durch Kegelradübersetzung auf die Königstange, die unten wie am Rhein mit einem Ritzel den Quadranten antreibt (Abb. 173 u. 176).

Wenn man die Kraftübertragung von dem Steuerrad auf den Ruderschaft durch eine Kette oder ein Drahtseil bewirkt, kann man die Steuermaschine weiter vorrücken und ist weniger beschränkt. Ein Beispiel dieser sehr verbreiteten und namentlich auf Dampfschiffen ziemlich allgemein üblichen Einrichtung ist in den Abbildungen 291 und 292 dargestellt.

Auf das obere Ende des Ruderschafts ist eine eiserne Ketten- oder Seilscheibe von 1,5 bis 2 m Durchmesser aufgekeilt. Diese Scheibe hat 2 übereinanderliegende Rillen, in denen je ein Ende der Kette oder des Seils befestigt ist, die in einem Bogen von etwa 180° die Scheibe


Steuervorrichtung mit Kettenübertragung, Abb. 291 und 292. 1 : 40.

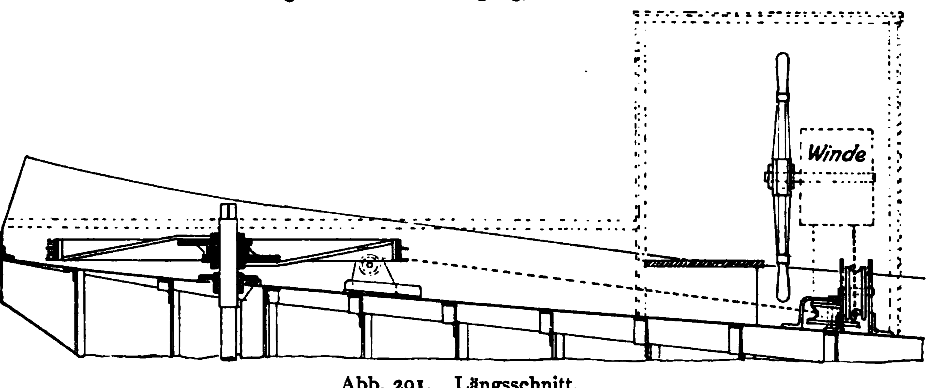
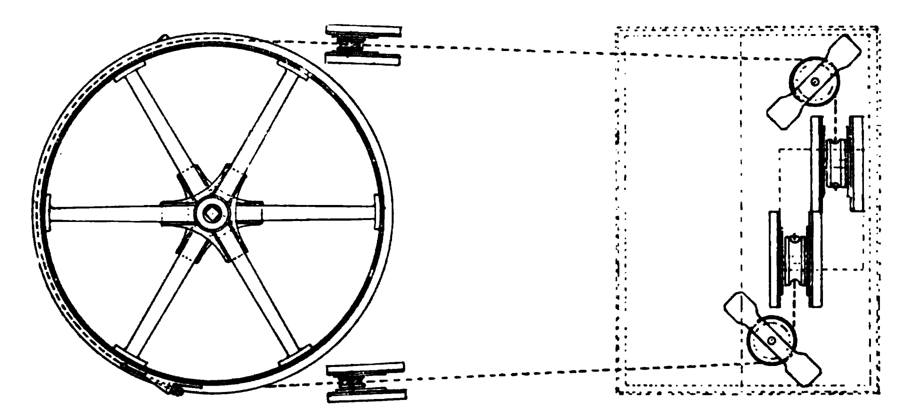


Abb. 291. Längsschnitt.


Abb. 292. Grundriß.

umspannen und dann zur Steuerwinde gehen. Sie werden dabei durch je 3 Rollen geführt, von denen die hinterste eine wagerechte, die vordere seitliche eine senkrechte, und die vordere mittlere, unter der Steuerwinde, wieder eine wagerechte Achse hat. Für die Stärke der Steuerketten und für den Durchmesser der Kettenscheibe (Quadrant) sind vom G. L. Vorschriften erlassen worden. Die Steuerwinde bestand früher meistens aus einem auf der wagerechten Welle des Handrads befestigten Ritzel, der in die Zähne eines mit einer Kettentrommel verbundenen Zahnrads eingriff, um welche die Steuerkette herumgeschlungen war. Die Kette blieb somit immer gespannt und bestand aus einem Stück. Neuerdings verwendet man häufig 2 besondere Ketten und Winden mit 2 Trommeln, wie sie oben in den Abbildungen 287 bis 289 dargestellt worden sind. Dem Handrad gibt man nach Bedarf einen Durchmesser von 0,8 bis 1,5 m und ordnet

bei großen Schiffen die Steuermaschine so an, daß die ganze Übersetzung ungefähr das Verhältnis 1 : 50 bekommt.

Zum Schutz des Steuermanns gegen Regen, Wind und Sonne errichtet man zuweilen ein besonderes Steuerhäuschen (»Ruderhaus«), das ganz oder teilweise seitlich und hinten geschlossen und mit Fenstern versehen wird. Dabei wird auch für einen beweglichen Sitzplatz für den Steuermann gesorgt. Auf Wasserstraßen mit niedrigen Brücken muß der obere Teil oder das ganze Häuschen abnehmbar eingerichtet werden. Im Falle der Not wird dann zuweilen selbst das Steuerrad abgeschraubt und man behilft sich vorübergehend mit einer auf den Ruderschaft gesetzten eisernen Notpinne. Soweit es die Verhältnisse erlauben, gibt man dem Steuermann durch einen hölzernen Auf-

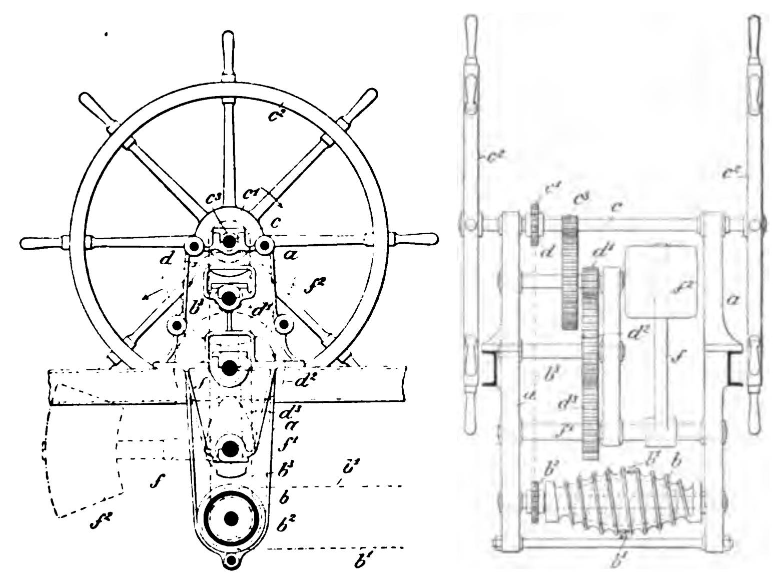


Abb. 293 und 294. Patentsteuer von der Donau.

bau (Gräting) einen erhöhten Standpunkt, damit er eine möglichst unbehinderte Aussicht hat. Diesen Aufbau verlängert man auch nach hinten und überdeckt damit die große Kettenscheibe und die Kettenleitungen. Man ist bei dieser Anordnung in der Lage, die Steuerwinde in beliebigem Abstande von dem Ruder, mittschiffs oder auf dem Vordeck aufzustellen. Das ist namentlich bei Dampfschiffen von Wichtigkeit, um zu verhüten, daß der freie Ausblick des Steuermanns durch den Schornstein behindert wird.

Damit der Steuermann jederzeit die Stellung des Ruderblatts kennt, wird an der Winde durch eine besondere Übersetzung ein Zeiger bewegt.

Um die zum schnellen Ausdrehen des Ruders erforderliche Kraft zu vermindern und eine ruhige, gleichmäßige Bewegung zu erzielen, ist seit mehreren Jahren an der Donau ein sogenanntes Patentsteuer im Gebrauch, das in Abb. 293 und 294 dargestellt ist. Es beruht auf der Einschaltung eines Gegen-

gewichts in die Steuermaschine, das entsprechend dem wechselnden Wasserdruck auf dem Ruderblatt mehr oder weniger wirksam wird[1]).

Zwischen den Rahmen *a* ist unten die Trommel *b* gelagert, auf der sich die Steuerkette b^1 aufwickelt. Die Trommel wird mittels der Kettenscheibe b^2, der Kette b^3 und der auf der Welle *c* befestigten Kettenscheibe c^1 durch die senkrechten Steuerräder c^2 angetrieben. Auf der Welle *c* befindet sich ein Zahnrad c^3, das mittels der Vorgelege *d* und d^1 und des Kurvenräderpaares d^2 und d^3 eine Welle f^1 antreibt, auf der ein Hebel *f* mit dem Gegengewicht f^2 aufgekeilt ist. Wenn das Steuerruder in der Mittellinie des Schiffes liegt, befindet sich der Hebel *f* in senkrechter Stellung und übt auf die Welle *c* und die Handräder c^2 kein Verdrehungsmoment aus. Wird jedoch das Ruder mittels der Handräder nach der einen oder der anderen Bordseite gedreht, so neigt sich das Gewicht f^2 nach der entgegengesetzten Seite und übt ein Drehungsmoment aus, das dem des Ruderdrucks entgegengesetzt ist und mit diesem wächst oder abnimmt. Das Gewicht kann an dem Hebel entsprechend der Fahrgeschwindigkeit verschoben werden.

Sowohl auf den Lastschiffen wie auf den Dampfern der k. k. privilegierten Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft sollen diese Patentsteuer sich bewährt haben, so daß nur 1 Mann in 6 Sekunden das Ruder um 37° ausdrehen kann, wozu früher 3 bis 4 Mann und 16 Sekunden nötig waren.

Poller, Klüsen und Klampen (Knaggen) sind zum Führen und Festlegen (Belegen) der Taue, Trossen, Stränge und Seile erforderlich. Jedes Lastschiff bekommt Poller sowohl auf dem Vordeck wie auf dem Hinterdeck an beiden Borden. Auch auf den Bordgängen pflegen, wenigstens bei großen Schiffen, einige Poller aufgestellt zu werden. Gewöhnlich ordnet man sie doppelt an, damit man das Tau gekreuzt herumschlingen und dadurch leichter die erforderliche Reibung zum Führen und Festlegen erreichen kann. Bei den großen Rheinschiffen ist es üblich, auf dem Vordeck beiderseits je 3 Poller hintereinander anzubringen, die zur Befestigung der Schleppstränge bestimmt sind. Auf dem Hinterdeck werden gewöhnlich je 2 Poller beiderseits und außerdem ein solcher hinter dem Steuerruder in der Mitte des Hecks angeordnet (Abb. 280). Man stellt sie aus Eichenholz, aus Guß- oder Schweißeisen her. Hölzerne Schiffe bekommen in der Regel auch hölzerne Poller, die aus quadratischen Hölzern (20 bis 30 cm stark) hergestellt, durch Schraubbolzen mit den Bordwänden verbunden und oben mit abgerundeten Kanten versehen werden. Auch bei stählernen Schiffen sind hölzerne Poller (zuweilen mit 2 mm starkem Messingblech beschlagen) viel im Gebrauch, namentlich an der Elbe, wo man besonders die zum Schleppen bestimmten gern aus Eichenholz fertigt. Sie werden (30 bis 35 cm stark) mittels Winkeleisen und Schraubbolzen gut mit dem Deck, mit der Bordwand und oft auch mit der Schottwand verbunden. Gußeiserne Poller werden mit der Bodenplatte aus einem Stück gegossen und bieten den Vorteil, daß man ihnen eine zum Führen der Taue günstige Form, namentlich oben eine Wulst oder einen vorspringenden Rand geben kann, wodurch das Abgleiten der Taue verhindert wird. Zum Schleppen können sie bei großen Schiffen nicht verwendet werden, weil sie nicht genug Sicherheit bieten und oft brechen. Zu anderen Zwecken sind sie aber wohl geeignet, zumal sie überall leicht an

1) Suppan, Über das Steuern der Schiffe und das sogenannte Patentsteuer. Zeitschrift für Binnenschiffahrt, 1899, S. 312.

den Deckbalken oder auf dem Stringer befestigt werden können. Am zuverlässigsten sind aus Stahlblech geschweißte oder genietete Poller. Die großen auf dem Vordeck der Rheinschiffe angebrachten Poller haben gewöhnlich 350 bis 450 mm Durchmesser, 550 bis 650 mm Höhe über Deck und reichen ebenso weit unter Deck, wo sie auf einem Blech stehen, das durch starke Konsolen mit der Bordwand verbunden ist. Ihre Blechstärke beträgt 10 bis 12 mm und sie werden mit kräftigen Winkelringen sowohl an dem Deck (von unten) wie auf der unteren Blechplatte befestigt. Der vorderste Poller auf jeder Seite bekommt meistens noch einen Schutzmantel von 10 mm Stärke, weil er durch die Schleppstränge am meisten beansprucht wird. Es ist zweckmäßig, die Poller rechtwinklig zur Deckfläche zu stellen, so daß sie auf dem Vor- und Hinterdeck infolge des üblichen Sprungs etwas geneigt zur Senkrechten stehen. Zuweilen bekommen die Poller oben einen durchgesteckten eisernen Querstock, der das Abgleiten der Taue verhindern soll (z. B. an der Weser). Die Ansichten über die Zweckmäßigkeit dieser Einrichtung sind aber geteilt. An der Donau werden die Poller »Büffel« genannt und erhalten zum gleichen Zweck einen etwas überstehenden Deckel. An der Rhone (vgl. Abb. 191) werden die doppelten Poller oben mit einem dahinter gelegten starken Querbalken verbunden.

Klüsen sind kreisförmige Öffnungen in den Bordwänden oder in den Schanzkleidern zum Durchführen von Ketten oder Tauen. Bei stählernen Borden bekommen sie meistens ein Futter aus Gußeisen oder hartem Holz, in hölzernen Borden einen Eisenbeschlag. Bei hohem Bug oder Heck müssen zur Durchführung der Ankerketten besondere Klüsrohre aus Eisenblech hergestellt werden, die von den Ankerwinden in geneigter Richtung (30 bis 45° zur Wagerechten) durch das Deck, den Schiffsraum und die Außenhaut gehen.

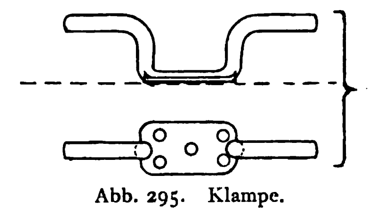


Abb. 295. Klampe.

Den Klüsen ähnlich sind die »Nagellöcher«, die auf den östlichen Wasserstraßen üblich sind. Sie haben 80 bis 120 mm Durchmesser und dienen dazu, senkrecht zur Bordwand hölzerne Pflöcke (Nägel) von gleicher Dicke und 300 bis 400 mm Länge nach Bedarf hindurchzustecken, an denen Taue und Seile festgelegt werden.

Die Klampen (Belegklampen) dienen dem gleichen Zweck. Sie werden auch Knaggen genannt, aus Eisen hergestellt und mit Schrauben oder Nieten an den Schiffswänden, den Kajüten oder dem Deck befestigt (Abb. 295). »Verholklampen« dienen zum Führen der Taue beim Verholen des Schiffes.

Pumpen zum Entfernen des Wassers aus dem Schiffsraum sind nicht bei allen Lastschiffen angebracht. Bei offenen Schiffen begnügt man sich damit, einen Teil der Wegerung (Bühne) zu beseitigen und das angesammelte Wasser mit Schaufeln u. dgl. über Bord zu werfen. An den östlichen Wasser-

straßen richtet man zuweilen eine besondere Stelle dazu ein, mittschiffs oder mehr nach dem Hinterschiff zu, wo man in doppelter Spantenentfernung mittels hölzerner Schottwände einen besonderen Raum (die »Gäte«) abteilt, der beim Laden freigelassen wird. Alle besseren gedeckten Schiffe erhalten aber in jedem Laderaum mindestens einen Pumpenkasten oder ein Pumpenrohr, in die man eine tragbare Handpumpe einsetzen kann. Besonders bei Schiffen, die unter Zollverschluß fahren, ist dies notwendig, weil die Mannschaft während der Reise die Laderäume nicht öffnen und betreten darf. Die Pumpenkasten werden aus Holz oder aus Eisenblech von 3 bis 4 mm Stärke hergestellt. Auf den Rheinschiffen werden gewöhnlich in jedem Laderaum 2 Pumpenrohre aus Blech angeordnet, die mit den Schotten vernietet werden und diese versteifen. Oben münden sie zuweilen im Bordgang, besser aber in dem Verdeck der Herfte und werden durch Deckel verschlossen. Sie haben in der Regel eine Weite von 200 bis 230 mm.

Schutzgeländer werden neuerdings bei größeren Schiffen oft an den Bordgängen angeordnet, namentlich bei den Rheinschiffen. Sie werden immer losnehmbar eingerichtet und bestehen aus 700 bis 800 mm hohen eisernen Pfosten (Szepter), die in Abständen von etwa 2 m in eisernen Schuhen stecken und oben ein durchgezogenes angespanntes Drahtseil von 12 bis 15 mm Durchmesser oder eine Kette von 5 mm Dicke tragen. Auf offenen stählernen Schiffen der östlichen Wasserstraßen setzt man die Geländer zuweilen auf die innere Seite des Bordgangs nach dem Laderaum zu.

Die Einrichtungen für den Zollverschluß der Laderäume müssen im allgemeinen nach den Forderungen der betreffenden Behörden getroffen werden. Bei Anwendung eines losen Bretterdecks werden vor allem die Gegensparren (auch Schandeckel genannt) durch Eisenstangen u. dgl. fest mit dem Bordgang oder der Bordwand verbunden, beim Plattendeck dagegen Eisenstangen durch Ösen gezogen, die fest mit den Lukendeckeln und mit dem Tennebaum verbunden sind.

Aborte sind erst in neuerer Zeit bei den großen Lastschiffen eingeführt. Sie bestehen meistens aus kleinen Blechhäuschen, die auf dem Hinterdeck um einige Stufen vertieft neben dem Steuerrad eingebaut werden.

Zur Verständigung zwischen dem Schiffer und der Mannschaft werden zwischen dem Stand des Steuermanns auf dem Hinterdeck und der vorderen Mannschaftskajüte unter dem Vordeck bei großen Schiffen Sprachrohre oder elektrische Klingeln angebracht.

Ferner werden gewöhnlich zur Ausstattung gerechnet: die Treppen und Leitern für die Laderäume, die Landstege und Laufbohlen, die Kettenkasten und Kettenbänke und die später noch zu erwähnenden Ankerkrane. Außerdem werden an den östlichen Wasserstraßen meistens noch Mast und Stange sowie ein Handkahn (Rettungskahn) mit dem Schiffskörper mitgeliefert, während es im Rheingebiet, wie schon erwähnt, üblich ist, die Ankerwinden nebst Zubehör bei der Bestellung und Lieferung einzuschließen.

Zur Ausrüstung werden gewöhnlich folgende Teile gerechnet:

Das Ankergeschirr umfaßt Anker, Ankerketten, Ankerwinden, Ankerkrane, Kettenstopper usw. Nicht alle Schiffe führen Anker: Die auf den westlichen Kanälen im Elsaß, in Belgien und Frankreich verkehrenden Kanalschiffe sind meistens damit nicht ausgerüstet, weil sie auf den Kanälen davon keinen Gebrauch machen können und aus schiffahrtpolizeilichen Gründen nicht dürfen. Für alle auf Strömen verkehrende Lastschiffe sind aber die Anker unentbehrlich. In der Binnenschiffahrt werden zweiarmige (Abb. 296 u. 297) und vierarmige Anker (Abb. 298) verwendet, die letzteren besonders auf den östlichen Wasserstraßen, während im Rhein- und Wesergebiet nur zweiarmige vorkommen. Diese sind stets mit einem »Ankerstock« versehen, der rechtwinklig zur Ebene der Arme steht und beim ausgeworfenen Anker auf dem Boden liegt, so daß der eine Arm mit seiner Schaufel (auch »Flunke« oder

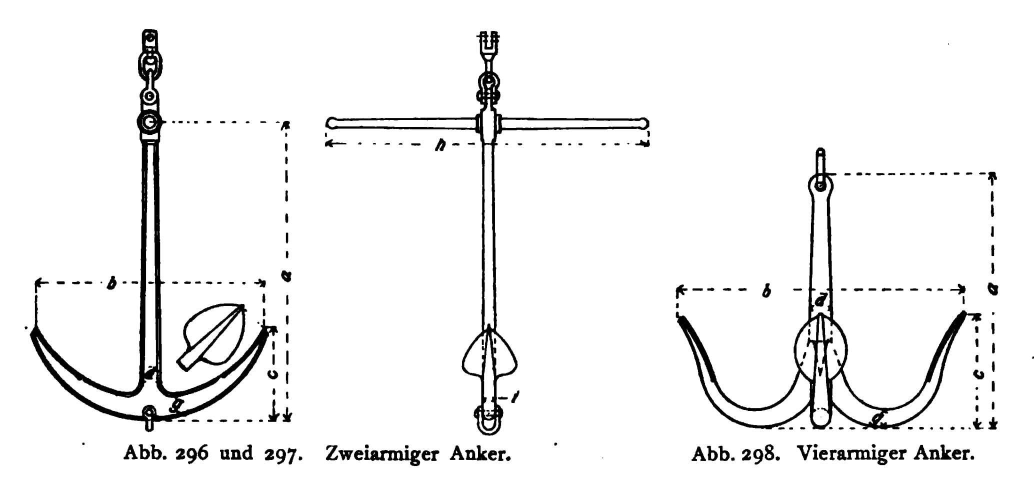


Abb. 296 und 297. Zweiarmiger Anker. Abb. 298. Vierarmiger Anker.

Hand genannt) in den Grund eindringt. Vierarmige Anker brauchen keinen Stock, weil bei der Benutzung stets zwei Flunken in den Boden greifen. Zum Lichten des Ankers wird beim vierarmigen Anker eine besondere Kette mit Ring und Schelle an einer der Flunken befestigt, während der zweiarmige Anker dazu einen Ring am unteren Ende des Schafts, im Ankerkreuz, trägt, an dem diese Kette angebracht wird. Am Rhein nennt man diesen Ring »Öhr« und diese Kette »Öhringskette«. An den östlichen Wasserstraßen nennt man sie »Boberkette«, was eigentlich Bowerkette, obere Kette bedeutet.

Früher führten die Lastschiffe nur Buganker, wie das auch heute noch bei kleineren Schiffen, z. B. beim Kurischen Reisekahn (1), bei der Tjalk (36) und anderen üblich ist. Die Schiffe konnten daher im Strom nur vor Anker gehen, wenn sie stromrecht, also mit dem Bug stromauf gerichtet lagen. Auf den östlichen Wasserstrassen wurden vor etwa 30 Jahren die Heckanker eingeführt, die am Rhein schon früher im Gebrauch waren. Sie ermöglichen es, auch bei der Talfahrt zu ankern, ohne »umzugeben« oder »aufzudrehen«.

Jetzt sind die großen Lastschiffe auf Rhein, Elbe und Oder in der Regel mit 2 Bugankern und 2 Heckankern ausgerüstet, die bei der Fahrt stets klar zum Werfen gehalten werden. Außerdem werden noch einige Anker zur Aushilfe mitgeführt, die Stromanker, Fahranker, Wurfanker oder Landanker genannt werden.

Die Wirksamkeit der Anker hängt in erster Linie von ihrem **Gewicht** ab, das in einem gewissen Verhältnis zu der Größe des Schiffes stehen muß. Nach dem Gewicht des Ankers ist auch die Stärke der Ankerketten zu bemessen.

Die V. V. G. berechnen das Gewicht nach der Tragfähigkeit des Schiffes und verlangen für je 100 t:

	in der Gruppe	1	3	5	7
	2 Anker von je	80	60	50	40 kg
	1 » »	70	50	45	35 »
	1 » »	—	—	40	35 »
und an Ketten:					
	2 Ankerketten (30 m lang) von .	13	18	21	25 mm Stärke
	1 Ankerkette » » » » .	—	—	19	22 » »
	2 Bowerketten (35 m lang) » .	8	12	14	16 » »

Der G. L. bestimmt diese Stücke nach dem Inhalt des Schiffskörpers in m³, der zu $0{,}8 \cdot L \cdot B \cdot H$ angenommen werden kann. Er schreibt dann vor:

Bis zum Inhalt von	200	400	600	1000	1500 m³
Gewicht der beiden Buganker je	80	150	200	280	390 kg
Gewicht des Stromankers . . .	—	135	165	225	290 »
Gewicht des Wurfankers . . .	—	—	25	40	60 »
Für den **Rhein** dagegen:					
Gewicht des ersten Bugankers .	100	190	270	500	740 »
Gewicht des zweiten Bugankers .	60	140	220	380	580 »
Gewicht des Heckankers . . .	40	100	160	240	360 »
Gewicht des Stromankers . . .	30	70	110	190	270 »
Gewicht des ersten Wurfankers .	20	40	50	70	90 »
Gewicht des zweiten Wurfankers	—	—	20	40	60 »
Die Kettenstärken allgemein:					
Erste Kette (30 m)	13	15	17	21	25 mm
Zweite Kette (30 m)	13	14	15	18	22 »
Für den **Rhein** dagegen:					
Erste und zweite Kette	15	18	20	24	28 »
in Längen von	50	70	70	80	90 m
Dritte Kette	—	14	16	20	23 mm
in Längen von	—	50	50	60	70 m

Für die **amtliche Untersuchung der Rheinschiffe** wird das erforderliche Gewicht des ersten Bugankers in kg aus der Fläche des eingetauchten Hauptspants und einem Erfahrungswert ermittelt. Dieser ist bei Schiffen über 400 t = 27 und bis 400 t = 21. Für ein Schiff von 10 m Breite und 2,5 m Tauchtiefe muß dieser Anker also ein Gewicht von $27 \cdot 10 \cdot 2{,}5 = 675$ kg haben. Der zweite Buganker (Notanker) soll mindestens $^2/_3$ so schwer, ein Heckanker halb so schwer sein und die Fahranker sollen das Gewicht des Notankers zum ersten Buganker ergänzen, also zusammen mindestens $^1/_3$ von dem ermittelten Gewicht des ersten Bugankers haben. Die Länge jeder Bugankerkette soll 10 m mehr als die Schiffslänge, mindestens aber 40 m betragen. Die Öhringsketten sollen um 5 m länger sein. Das Gewicht einer Bugankerkette soll gleich 0,03 mal dem Gewicht des Ankers mal der Länge der Kette sein, das Gewicht einer Öhringskette gleich $^1/_3$ des Gewichts der Bugankerkette. Es sind jedoch auch Drahtseile von gleicher Zugfestigkeit zulässig. Das Verhältnis zwischen dem Gewicht und den Abmessungen ergibt sich angenähert aus folgender Zusammenstellung, worin die Buchstaben sich auf die Abb. 296 bis 298 beziehen.

Gewicht kg	Abmessungen in cm											
	Vierarmiger Anker					Zweiarmiger Anker						
	a	b	c	d	g	a	b	c	d	g	h	i
100	110	110	40	8	6,5	125	95	39	9,8	9,5	135	6,5
160	110	120	40	10	7,7	158	120	48	11	10,8	170	7,3
200	120	130	45	10,5	8,7	164	128	49	12	12	180	8
350	155	160	75	12,2	10,5	186	136	55	14	14	190	9,2
500	—	—	—	—	—	230	174	72	18	17,6	250	11,9
800	—	—	—	—	—	250	190	90	20	17,5	276	12,5

Bug- und Heckanker hängen während der Fahrt an den Öhrings- oder Bowerketten, die gewöhnlich durch Rollen an den über Bord reichenden Ankerkranen zu den Ankerwinden führen, während die am Ankerring befestigten Ankerketten in loser Bucht durch die Klüsrohre oder einfachen Klüsen auf Deck gehen. Am Rhein findet man noch oft den ersten Buganker an einem durch Ketten und Drahtseile gegen den Schiffskörper versteiften Bugspriet hängen, der noch aus der Zeit des Segelbetriebs übernommen ist. Da er besonders beim Verkehr in den Häfen hinderlich ist, verschwindet er allmählich. Auch an den östlichen Wasserstraßen findet man zuweilen ein zum Aufhängen des Ankers bestimmtes kurzes Bugspriet, das meistens zum Aufklappen eingerichtet ist. Die eisernen drehbaren Krane verdienen aber den Vorzug.

Die Ankerketten werden verschieden gehandhabt. Auf den Rheinschiffen werden sie vom Anker durch das Klüsrohr und den Stopper über die Kettenscheiben der Winde geführt und fallen dahinter meist durch Decklüsen in den Schiffsraum und in den auf dem Schiffsboden angeordneten Kettenkasten (Abb. 300 u. 301). Sie werden mit ihrem Ende am Schiffskörper (Kielschwein) befestigt. Will man den Anker werfen, so werden die Kettenscheiben der Winde ausgerückt, so daß sie sich frei bewegen können, und beide Ketten (Anker- und Öhringskette) laufen (durch die Bremsen etwas gehemmt) ab, bis der Anker faßt und die Ankerkette straff ist, wobei die längere Öhringskette schlaff bleibt. Beim Lichten (Hieven) des Ankers wird zuerst die Ankerkette (auch Kabelkette genannt) mit der Winde angeholt und die Öhringskette nachgeholt, bis das Schiff nahe an dem Anker ist. Dann wird mit der Öhringskette der Anker aus dem Grunde gelöst und bis zum Kran aufgewunden. Schließlich wird noch die lose Ankerkette mit der Winde nachgeholt. Auf den östlichen Wasserstraßen und auf der Donau wird in der Regel die Ankerkette gar nicht über die Winde geführt. Sie liegt vielmehr auf Deck auf der Kettenbank und ist mit ihrem Ende oder in einer bestimmten Länge an Pollern festgelegt. Die Bowerkette dagegen ist auf der Trommel der Winde aufgewickelt. Zum Ankerwerfen wird die Trommel ausgerückt und die Bowerkette läuft ab, wobei die auf der Trommel angebrachte

Bandbremse die Geschwindigkeit mäßigt. Der fallende Anker nimmt die Ankerkette mit, bis sie abgelaufen ist und straff wird, so daß der Anker an den Pollern wirkt. Beim Lichten wird nur die Bowerkette mit der Winde aufgewickelt und dann die Ankerkette mit der Hand nachgeholt.

Die Ankerwinden auf den östlichen Wasserstraßen zeigen daher keine weiteren wesentlichen Abweichungen von gewöhnlichen Bockwinden. Sie sind meistens mit doppeltem Vorgelege und schweißeisernen Wangen versehen. Außer der oft aus Holz gefertigten Trommel werden sie gewöhnlich noch mit einem oder zwei »Köpfen« ausgerüstet, die als kleinere Trommeln außerhalb der Wangen auf der Kurbel- oder Vorgelegewelle sitzen und zu anderen Zwecken, z. B. zum Verholen des Schiffs, gebraucht werden. Auf den Rheinschiffen hat man eine sehr zweckmäßige Anordnung der Ankerwinden, die in Abb. 299 dargestellt ist.

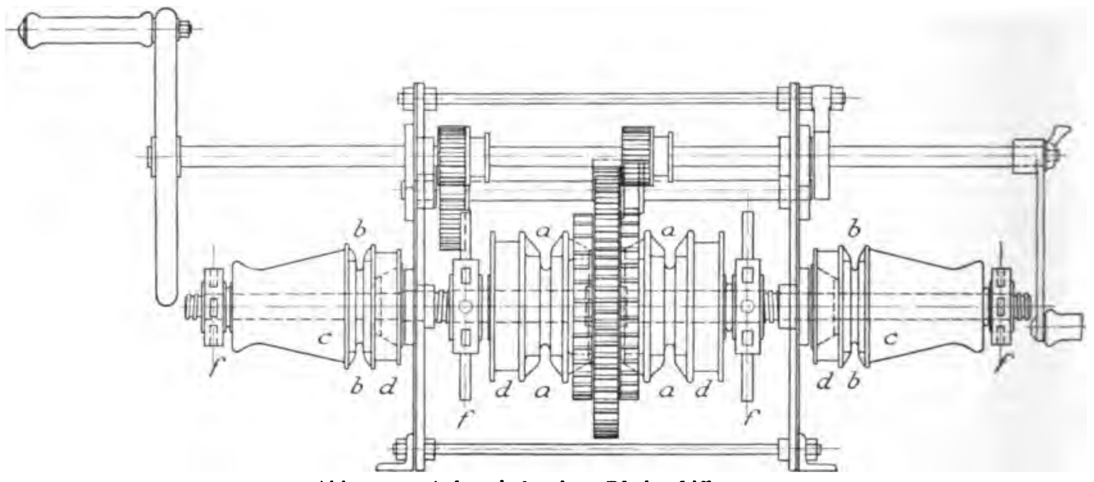


Abb. 299. Ankerwinde eines Rheinschiffs 1 : 15.

Die Winden haben doppeltes Vorgelege sowie ein Schwungrad. Auf der Hauptwelle sitzen 2 Kettenscheiben *a*, genau passend für die Ankerketten, und außerhalb der Wangen 2 ebensolche Kettenscheiben *b* für die Öhringsketten, die zugleich mit 2 Köpfen *c* vereinigt sind. Diese 4 Scheiben sind frei auf der Welle beweglich und mit je einer Bremsscheibe *d* fest verbunden, auf der ein stählernes Bremsband gleitet, das mittels Hebels oder Schraubspindel angezogen werden kann. Die Kupplung der 4 Kettenscheiben mit der Welle geschieht durch Reibungskegel, die durch in Schraubengewinde laufende Stellräder *f* nach Bedarf eingerückt oder gelöst werden können. Die 2 mittleren Stellräder für die Ankerketten sind mit Handgriffen versehen, die auch in die beiden außen liegenden im Bedürfnisfall eingesteckt werden. Zuweilen werden an der Vorgelegewelle noch 2 weitere Köpfe angebracht. Diese Winde hat sich seit langer Zeit bewährt.

Das Verholen der Lastschiffe muß in den Häfen, deren Tiefe den Gebrauch von Schiebestangen nicht erlaubt, durch Taue bewirkt werden, die am Lande oder an besonderen Pfählen (Dalben) befestigt sind. Zum Anholen dieser Taue benutzt man auf dem Schiffe entweder die Köpfe der Ankerwinden oder besondere Verholwinden. Die Taue werden dazu in Verhol-

Vorschiff eines großen Rheinschiffs, Abb. 300 und 301. 1 : 80.

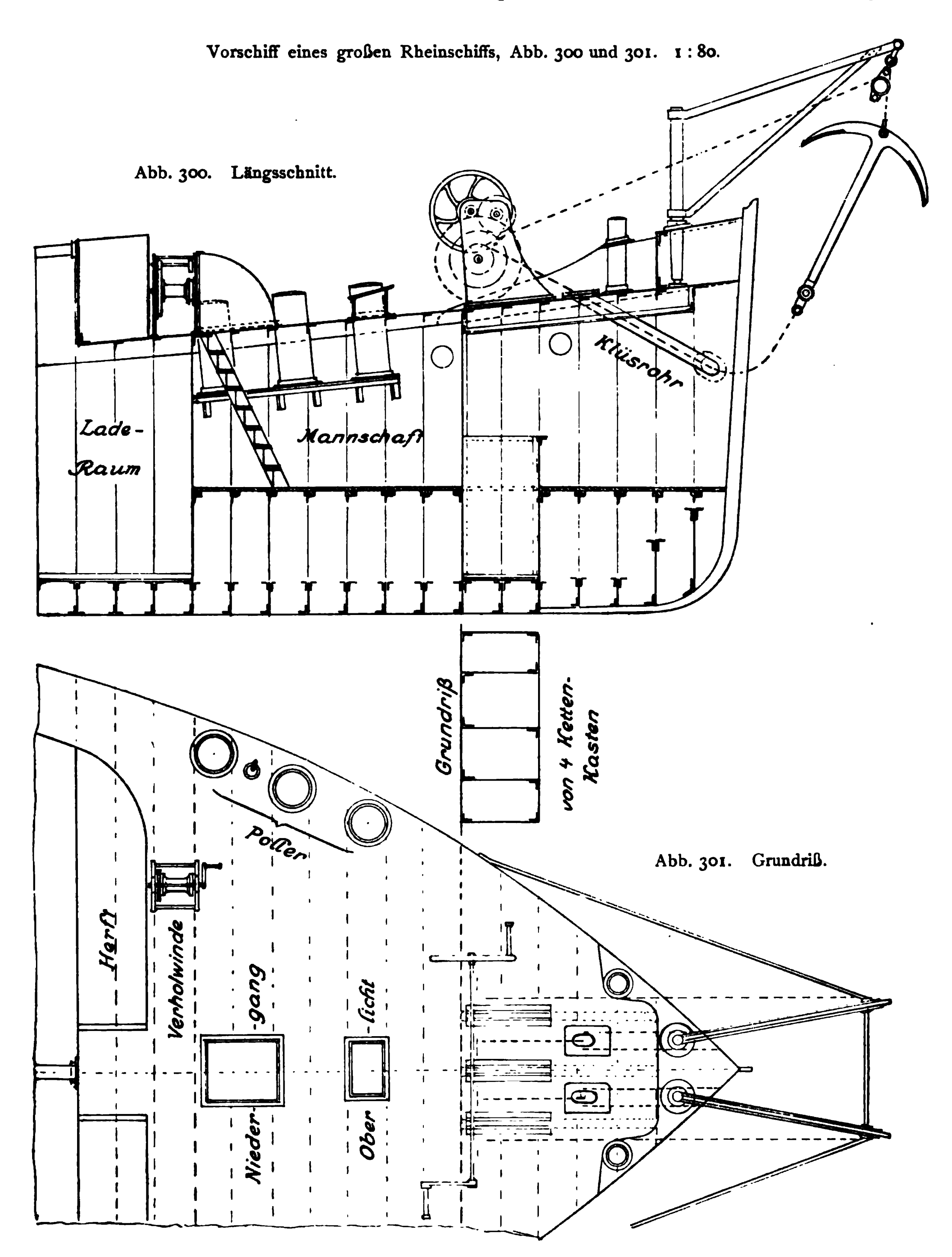


Abb. 300. Längsschnitt.

Abb. 301. Grundriß.

klampen oder in besonderen Rollen geführt, die auf der Reling oder den Bordwänden, zuweilen auch auf den Pollern angebracht sind. Man benutzt als Verholwinden auch kleine an den Masten angebrachte Winden, die außerdem beim Löschen und Laden Verwendung finden (z. B. beim Reisekahn, Abb. 25). Auf einigen Schiffen hat man auch Spills (Winden mit senkrechter Trommelwelle), die auf der Mitte des Verdecks angeordnet und z. B. bei den Penischen (Abb. 117) aus Holz, bei den Donauschiffen (Abb. 173 u. 179) aus Eisen hergestellt sind.

In den Abb. 300 und 301 ist das Vorschiff eines großen Rheinschiffs in größerem Maßstabe dargestellt, woraus die Stellung der Ankerwinde, die Führung der Ketten, die Ankerkrane, sowie auch die übrige Ausrüstung mit Pollern und der besonderen Verholwinde ersichtlich sind.

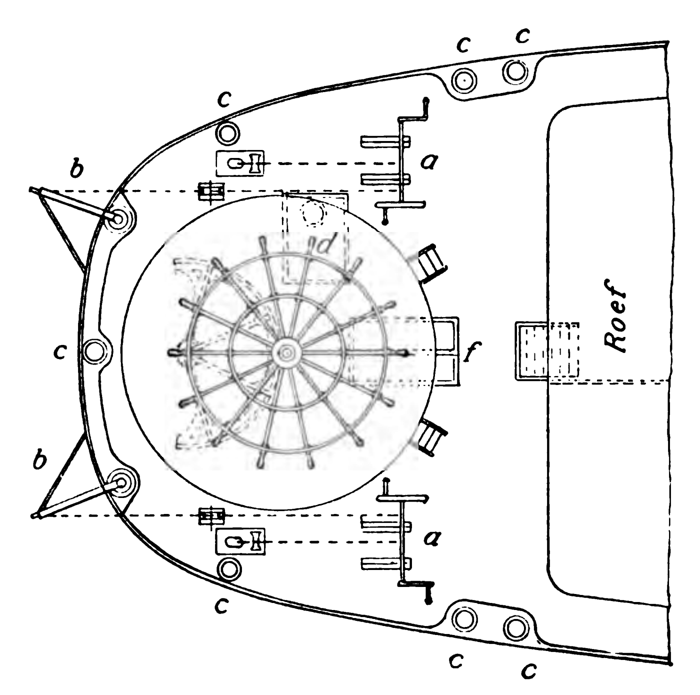


Abb. 302. Hinterdeck eines großen Rheinschiffs 1 : 120.

Zwischen beiden Abbildungen ist noch ein Grundriß der 4 Kettenkasten eingeschaltet, die im unteren vordersten Schiffsraum eingebaut sind. Bei älteren Schiffen war die Ankerwinde oft mehr nach hinten gerückt, so daß die Ketten durch den Mannschaftsraum frei hindurchgingen und in die unter dessen Fußboden angeordneten Kasten fielen. Das war unbequem, und man schiebt jetzt meistens die Ankerwinde bis über das Sicherheitschott vor, wie dargestellt. In der Abb. 302 ist auch der Grundriß vom Hinterdeck eines großen Rheinschiffs mitgeteilt. Man erkennt das große Steuerrad auf dem Steuerstuhl, zu dem zwei kleine Treppen führen, ferner die beiden Heckankerwinden (*a*) mit den beiden Kranen (*b*), 7 Poller (*c*), den Abort (*d*) und das Oberlicht (*f*) für die untere Kajüte. — Auf neueren großen Rheinschiffen sind zum Bewegen der Ankerwinden zuweilen im Vor- und Hinterschiff Benzingasmaschinen aufgestellt.

Maste mit Segelstangen oder Sprieten werden nicht auf allen Lastschiffen geführt. Schiffe, die ausschließlich auf Kanälen verkehren, tragen

in der Regel keinen Mast, zumal das Segeln dort oft verboten ist. So führen z. B. die westlichen Kanalschiffe, Penischen u. dgl., häufig nur einen Treidelbaum mit. Auch die großen stählernen Schiffe auf dem Dortmund-Ems-Kanal, auf der Weser und auf der Donau werden ohne Mast gebaut. Auf den östlichen Wasserstraßen haben sich die Maste noch erhalten: Der kurische Reisekahn und auch der Boidack führen meistens sogar feste Maste, die übrigen Schiffe bewegliche, umlegbare. Die früher auf der Elbe und der Oder üblichen, bis 40 m hohen Maste, die für große Segel bestimmt waren, sind allmählich verschwunden, und jetzt werden nur kleine Maste benutzt, die bei Schiffen von 300 bis 1000 t Tragfähigkeit 22 bis 30 m lang und unten im Durchmesser 350 bis 430 mm stark sind. Sie werden aus Fichtenholz hergestellt und haben ein Gewicht von 850 bis 1850 kg im frischen, von 550 bis 1200 kg in lufttrockenem Zustande. Wie schon (S. 398) erwähnt, wird für ihre Aufstellung und Bewegung bei guten, gedeckten Schiffen ein Köcher eingebaut, der oben über der Deckstülpe die Mastlager trägt (vgl. Abb. 265). Der Mast wird am besten an dieser Stelle durchbohrt und mit einem durchgesteckten eisernen Drehzapfen von 50 bis 65 mm Stärke versehen. Er wird in senkrechter Stellung durch das »Vorstag« (das von seiner Spitze zum Vorsteven gezogene Drahtseil) gehalten und außerdem gewöhnlich durch einen an seiner Vorderseite unten angebrachten starken eisernen Riegel, der in der erwähnten Abbildung dargestellt ist. Er wird zum Niederlegen des Mastes hochgezogen und der gelöste Vorstag mit einem Tau verbunden, das durch einen am Vorsteven befestigten Block zur Ankerwinde geführt wird, so daß mit Hilfe der Bremse der Mast langsam herabgelassen wird und die in der Abbildung punktierte Lage einnimmt. Er liegt dann mit dem längeren hinteren Teile auf der Deckstülpe. Wenn er hier etwa beim Durchfahren niedriger Brücken hinderlich wird, löst man die Schrauben des Mastlagers, beseitigt auch die beiden Lagerböcke und kann so den Mastbaum auf der geneigten Deckfläche nach Bedarf hinunterrollen. Zum Bewegen des Mastbaums längsschiffs bedient man sich einer hölzernen »Mastenwalze« von 300 bis 400 mm Durchmesser. Zum Aufrichten des Mastes benutzt man die sogenannte »Mücke«, das ist eine 3 bis 4 m lange Stange aus Holz oder Eisen, die oben eine Rolle trägt und unten rechtwinklig zum Maste an dessen unterstem Ende befestigt wird. Bei der in Abb. 265 dargestellten Bauweise ist hierzu bei *a* eine besondere Vorrichtung angebracht, wo die Mücke mittels eines Bolzens festgemacht und dann seitlich abgesteift wird. Oft wird ihr unteres Ende in einfacher Weise in ein im Maste ausgebohrtes Loch gesteckt. Wenn das Vorstag mit dem daran befestigten Tau über die obere Rolle der Mücke und durch den Block am Vorsteven zur Ankerwinde geführt wird, bekommt man ein gutes Hebelverhältnis und kann mit der Winde den Mast ohne große Anstrengung aufrichten, bis er wieder im Köcher steht. In ähnlicher Weise wird der Mast der holländischen Aak gehandhabt, wie aus Abb. 93 ersichtlich ist; doch wird dort die Hilfstange (Mücke) nicht unten am Mast, sondern auf Deck befestigt.

Am Rhein werden die Maste, wenn sie überhaupt noch angeordnet werden, meistens nur zum Löschen und Laden benutzt (vgl. Abb. 96 u. 101). Die zur Befestigung dienenden einfachen Köcher sind schon oben beschrieben worden. Die Bewegung durch die am Köcher angebrachte Mastwinde ist in Abb. 303 dargestellt: Das Seil ist am unteren Ende des Mastes fest, führt über eine unten am Köcher und über eine unten am Mast angebrachte Rolle zur Windetrommel. Beim Niederlegen wird diese Trommel ausgerückt und gebremst. Die Maste der großen Rheinschiffe sind im Durchschnitt etwa 20 m lang, die Ladespriete etwa 15 m; sie werden aus Fichtenholz angefertigt. Zuweilen macht man sie aus Stahlblech von 4 bis 6 mm Stärke, besonders wenn sie als Lademaste dienen sollen. Bei 18 m Länge bekommen sie unten einen Durchmesser von 350, oben einen solchen von 200 mm. Die einzelnen 2,5 bis 3 m langen Teile werden versenkt genietet und durch innere Laschen miteinander verbunden. Zur Versteifung werden innen noch zwei durchlaufende Winkel von etwa 50·40·5 mm Stärke angebracht.

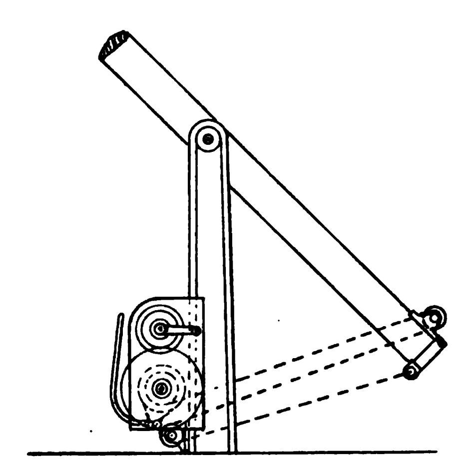


Abb. 303. Mastwinde auf einem Rheinschiff 1:75.

Fahrbäume, Bundstaken, Schorbäume (auch Schoore oder Schurbäume genannt, vom holländischen »schooren«, d. i. stützen, stemmen) oder Schrecke (auch Schricke) sind 3 bis 5 m lange, 15 bis 20 cm starke Rundhölzer, die unten einen eisernen Schuh mit einer oder zwei kräftigen Spitzen (»Forke«) und oben ein 30 bis 40 cm langes aufgezapftes Querholz tragen. Sie dienen zum kräftigen Abdrücken des Schiffes von der Flußsohle zur Unterstützung der Steuerwirkung oder zur Hemmung der Fahrt. Man setzt sie während der Fahrt, vom Vordeck oder vom Hinterdeck aus, etwas seitwärts voraus (in der Fahrtrichtung) schräg gegen den Grund und schlingt schnell um das obere Querholz ein kräftiges Tauende, das an einem starken Ringe (Pötting) nahe den Pollern auf Deck befestigt ist. Das Schiff hebt sich dann etwas und wird kräftig zur Seite gedrängt. Beim »Umgeben« oder »Aufdrehen« eines Lastschiffs oder Dampfschiffs leisten diese Fahrbäume sehr gute Dienste. Sie werden auch zum Stützen eines vor Anker, besonders vor dem Heckanker, liegenden Schiffes angewendet und sind fast auf allen Wasserstraßen gebräuchlich.

Die Schleppkette (lang und schwer) dient gleichfalls zur Hemmung der Fahrt und zur Unterstützung der Steuerwirkung, besonders bei großen Wassertiefen, die die Anwendung von Fahrbäumen und Schiebestangen nicht

erlauben. Häufig benutzt man sie beim Rückwärtstreiben zu Tal (»Sacken«), besonders beim Durchfahren enger Brückenöffnungen.

Zur Ausrüstung gehören ferner noch: Schiebestangen (auch Schiebruder genannt), Bootshaken, Peilstangen, Taue und Trossen (zum Schleppen, Verholen, Landfestmachen u. dgl.), Reibhölzer und Korkballen (auch Fender genannt, zum Schutz des Schiffes gegen Stöße), Signallaternen und Flaggen.

Alle größeren Lastschiffe führen auch einen Handkahn (Rettungsboot oder »Flieger«) mit sich und andere Hilfsmittel bei Unfällen: Rettungsringe, geeignete Stoffe zum Verstopfen eines Lecks, wasserdichte Leinwand (Persenning) zum Unterziehen unter dem Schiffsboden, am Rhein Leckkleider oder Rettungskleider genannt; ferner Windeheber, Scherzeug und andere Geräte. Schließlich sind noch Behälter (Kasten oder Fässer) für Trinkwasser und einzelne Ersatzteile für die Steuervorrichtung zu erwähnen.

Anstrich. Über die Behandlung der hölzernen Schiffe ist oben (S. 378) gesprochen worden. Noch wichtiger ist ein guter Anstrich bei eisernen und stählernen Schiffen, wenn sie nicht in ganz kurzer Zeit dem Rost zum Opfer fallen sollen. Schon beim Bau müssen die »Landungen«, das sind die inneren Flächen der zusammen zu nietenden Teile, gut gereinigt und mit Öl oder Mennige gestrichen werden. Das fertige Schiff wird sauber gereinigt und getrocknet und in der Regel zuerst mit einem Anstrich von Mennige und dann mit einem zweimaligen von Ölfarbe versehen. Dieser erste Anstrich pflegt nicht lange zu halten, weil die Stahlbleche beim Walzen eine ganz dünne, feine Haut (Walzhaut, Zunder) bekommen, die sich bald mit der Farbe ablöst. Man soll deshalb jedes neue Schiff nach dem ersten Winter mit einem neuen Anstrich versehen, nachdem der erste und die etwa entstandenen Roststellen entfernt sind. Der Anstrich muß überhaupt alle 2 bis 3 Jahre über Wasser und alle $1\,^1/_2$ bis 2 Jahre unter Wasser erneuert werden. Man ist seit Jahren bemüht, für den Boden und die unter Wasser befindlichen Teile einen dauerhafteren Anstrich zu finden. Die besten Erfolge hat man bisher mit Steinkohlenteer gemacht, der mit Petroleum ($^1/_5$), neuerdings auch mit Zement gemischt wird. Gut soll sich auch der Anstrich mit Blackvarnish bewährt haben.

Schwer zugängliche innere Teile des Bodens, besonders an den Steven in der Piek, werden mit Zementmischungen (1 Teil Zement, 2 Teile grober Sand) ausgefüllt. Man macht bei Binnenschiffen davon aber weniger Gebrauch als bei Seeschiffen, um das Eigengewicht nicht zu vergrößern.

3. Die Kosten der Lastschiffe.

Die Beschaffung der Lastschiffe erfolgt in der Regel auf Grund eines mit der Schiffbauanstalt abgeschlossenen Vertrags. Dieser enthält die Vereinbarungen über die Lieferfrist (bei guten stählernen Lastschiffen 6 bis 8 Monate), den Kaufpreis, die Zahlungsbedingungen und die Haftpflicht des Unternehmers für die Mängel infolge schlechten Baustoffs oder fehlerhafter

Bauweise, die sich meistens auf 6 bis 8 Monate erstreckt. Ein wesentlicher Teil des Vertrags ist die beigefügte Beschreibung des zu erbauenden Schiffes (auch »Besteck« genannt), in der die einzelnen Bauteile mit ihren Abmessungen und Stärken mehr oder minder vollständig aufgeführt und besonders auch der Leertiefgang und die Tragfähigkeit festgesetzt werden. Ferner gehört dazu eine Zusammenstellung der mitzuliefernden Ausstattungs-, Ausrüstungs- und Ersatzstücke. Der Besteller behält sich im Vertrage oft noch das Recht vor auf Prüfung der zu verwendenden Baustoffe und auf Überwachung des Baues durch seine Beauftragten. Auch wird wohl die Lieferung genauer Bauzeichnungen vereinbart, falls diese nicht schon dem Vertrage beigefügt wurden.

Manche Schiffbauanstalten erbauen zuweilen aus Mangel an genügenden anderen Aufträgen auf eigene Rechnung Lastschiffe in den üblichen Abmessungen und Einrichtungen und verkaufen sie während oder nach Vollendung des Baues. Dies Verfahren bietet unter Umständen dem Käufer gewisse Vorteile.

Der Nutzwert eines Lastschiffs wird für den Besteller außer anderen schon (S. 264) erwähnten Anforderungen in erster Linie durch die Tragfähigkeit bestimmt, die sich aus der amtlichen Eichung ergibt. Die Herstellungskosten werden außerdem durch die Baustoffe (Holz oder Eisen), die Festigkeit (mehr oder minder gute Versteifung u. dgl.), die Einrichtung (von Deck, Laderaum und Kajüten) und die Ausstattung (namentlich der Kajüten) bedingt. Die Schiffbauanstalt ermittelt den Verkaufspreis auf Grund einer genauen Berechnung der erforderlichen Baustoffe (die schon bei der Aufstellung des Entwurfs zur Feststellung der Verdrängung und des Leertiefgangs nötig ist, vgl. S. 246), aus den Kosten dieser Baustoffe, aus den Arbeitslöhnen und aus den allgemeinen Unkosten einschließlich des Unternehmergewinns.

Zur Schätzung und zum Vergleich der Neubaukosten von ähnlich gebauten und eingerichteten Lastschiffen verschiedener Größe empfiehlt sich ihre Tragfähigkeit. Die Menge der erforderlichen Baustoffe kann man nach dem toten Gewichte schätzen. In der Tafel auf Seite 347 waren für eine Reihe der gebräuchlichsten Lastschiffe die Wasserverdrängungen in leerem und beladenem Zustande (Spalte 9 und 10) zusammengestellt und aus Spalte 11 ergab sich, daß das tote Gewicht zwischen 0,13 (bei der Penische) und 0,27 (bei dem gedeckten Oderschiff nach Finowmaß mit Holzboden) der Tragfähigkeit schwankte. Das tote Gewicht umfaßt den Schiffskörper mit allen festen Teilen (Schiffseigengewicht), die Ausstattung der Kajüten, die Ausrüstung (Anker, Ketten, Trossen, Tauwerk, Segel, Stangen u. dgl.), die Bemannung und deren Vorräte und Lebensmittel. Wenn man, wie meistens üblich, zu dem Schiffskörper auch die Ankerwinden (was für die ostdeutschen Wasserstraßen allerdings nicht zutrifft) sowie die Ausstattung der Kajüten rechnet, so entfällt von dem toten Gewicht auf die Ausrüstung,

Bemannung und deren Zubehör ein Anteil von 0,03 bis 0,06, gewöhnlich 0,05, je nach dem mehr oder minder reichlichen Maß der Ausrüstung und der Bemannung. Bei Kanalschiffen ist der Anteil am kleinsten: z. B. bei den Penischen, die weder Anker, noch Winden, noch Maste, noch Segel führen, zuweilen noch etwas kleiner als 0,03.

Wenn man diesen geringfügigen Anteil 0,03 bis 0,06 vernachlässigt, entfallen vom toten Gewicht bei stählernen Schiffen mit Holzdeck etwa 0,75 auf Stahl und Eisen und 0,25 auf Holz (nebst Werg, Teer, Farbe, Glas u. dgl.), bei solchen mit hölzernem Boden dagegen etwa 0,5 auf Stahl und Eisen. Bei genauer Ermittelung der Gewichte werden bei Eisen und Stahl 5 bis 7 v. H. für Niete und Stöße hinzugerechnet. Für die Kostenberechnung werden ferner Zuschläge für Verschnitt gemacht, etwa für Holz 30 v. H. und für Eisen 10 v. H.

Die Preise der Baustoffe schwanken nach Ort und Zeit.

Die Holzpreise sind im allgemeinen nicht sehr veränderlich, wenn man von ungewöhnlichen Holzarten absieht. Man zahlt je m^3 für Pichpine- oder Eichenholz 120 bis 130 Mark, für Kiefernholz (an den östlichen Wasserstraßen) 60 bis 70 Mark, für Fichtenholz 50 bis 55 Mark und für Teakholz 270 bis 290 Mark. (Bei der Gewichtsberechnung wird mit Rücksicht auf den schwankenden Wassergehalt gewöhnlich 1 m^3 Eichenholz mit 0,9 t und 1 m^3 Kiefern- oder Fichtenholz mit 0,7 t angesetzt.)

Die Preise von Stahl und Eisen sind selbst für denselben Ort zeitlich sehr verschieden, namentlich für Bleche und Formeisen (Winkel u. dgl.). Für Schmiedestücke zahlt man je Tonne 250 bis 350 Mark, je nachdem es sich um kleine oder größere, schwierigere Teile handelt, und für Niete und Gußeisenstücke kann man 230 bis 260 Mark rechnen. Die von diesen Eisenteilen nötigen Mengen sind unbedeutend gegenüber dem Bedarf an gewalztem Blech und Formstahl. In Deutschland schwanken die Preise für die Tonne Schiffbaustahl zeitlich bei Blech zwischen 110 und 150 M. und bei Formstahl zwischen 95 und 130 Mark (frei Werft). Zu diesen Grundpreisen treten noch Überpreise für besonders dünn und schwierig zu walzende Bleche und Formstahle (z. B. Relingeisen), die unter Umständen bis 300 Mark je t betragen können. Diese Unterschiede der Grundpreise beeinflussen wesentlich den Preis der Schiffe. Auf eine Tonne Tragfähigkeit entfällt z. B. bei einem gedeckten Oderschiff mit Holzboden etwa 0,13 t Blech und Formstahl und bei einem Rheinschiff etwa 0,16 t. Der Preis des Schiffes kann daher allein aus diesem Grunde im ersten Beispiele um 5 Mark, im zweiten um 6 Mark je Tonne Tragfähigkeit schwanken.

Dazu treten noch örtliche Unterschiede. In Deutschland werden die Preise dieser Baustoffe von den Syndikaten festgesetzt, die unter Umständen nach dem Auslande dieselben Waren billiger[1]) verkaufen. Aus diesem Grunde

1) Es wird behauptet, daß der Preisunterschied je Tonne bis zu 30 M. betragen hat.

können z. B. die holländischen Werften nicht nur Rheinschiffe, sondern auch Schiffe für den Dortmund-Ems-Kanal und selbst für die Weser (mit Beförderung über See) aus gleichem Baustoffe unter Umständen erheblich billiger liefern als die deutschen Schiffbauanstalten an diesen Wasserstraßen; denn in Deutschland besteht kein Einfuhrzoll auf Schiffe, während für in Deutschland gebaute Schiffe beim Verkauf nach Rußland, Österreich und Frankreich bedeutende Einfuhrzölle zu entrichten sind. Hierunter leidet der deutsche Schiffbau.

Die erheblichen Unterschiede und Schwankungen der Arbeitslöhne nach Ort und Zeit sind bekannt. Auch in dieser Beziehung treten die holländischen Werften mit den deutschen in empfindlichen Wettbewerb, weil dort (besonders in der Provinz Groningen) die Arbeitslöhne erheblich billiger sind, zumal es dort keine Arbeiterversicherung gibt[1]). Man veranschlagt die Arbeitslöhne für alle Stahl-, Eisen- und Schmiedearbeiten zu etwa 110 Mark je Tonne und für die Holzarbeiten zu 110 bis 115 Mark je m^3[2]).

Die allgemeinen Unkosten umfassen die Verzinsung der Werftanlage, die Abnutzung der Maschinen und Geräte, die Arbeiterfürsorge, die Aufstellung des Entwurfs, die Aufsicht, Verwaltung und Leitung sowie sonstige Geschäftsunkosten. Bei einer kleinen Schiffbauanstalt ist dieser Kostenanteil vielleicht geringer als bei einer großen; diese wird aber durch zweckmäßigeren Maschinenbetrieb an Arbeitslöhnen sparen und oft auch bessere Arbeit leisten. Die allgemeinen Unkosten werden geringer, wenn mehrere Lastschiffe nach demselben Entwurf gebaut werden; sie schwanken sehr, jenachdem die Werft beschäftigt ist. Man veranschlagt die allgemeinen Unkosten zu 50 bis 70 v. H. der Arbeitslöhne (etwa 50 bis 60 v. H. bei Eisenarbeiten, 55 bis 65 v. H. bei Schiffbauarbeiten in Holz und 60 bis 70 v. H. bei Tischlerarbeiten). Den Unternehmergewinn stellt man mit 10 v. H. der Summe in den Anschlag ein.

Im Durchschnitt kann man annehmen, daß von den gesamten Kosten 0,5 auf die Baustoffe (nebst Ausstattung), 0,25 auf die Arbeit, 0,15 auf die allgemeinen Kosten und 0,1 auf den Gewinn entfallen. Von Einfluß auf die Höhe des Preises sind auch die Zahlungsbedingungen, die verschieden vereinbart werden. Zuweilen werden von dem Kaufpreise 15 v. H. bei dem Vertragsabschluß, 30 v. H. nach der Beplattung, 30 v. H. nach der Ablieferung und 25 v. H. nach Ablauf der Haftzeit gezahlt. Wenn der Besteller einen erheblichen Teil des Preises lange Zeit schuldig bleibt oder die Restsumme als Hypothek auf das Schiff eintragen läßt, wird von der Schiffbauanstalt in der Regel ein höherer Preis gefordert werden müssen.

Die im Laufe der Jahre 1905 bis 1910 wirklich bezahlten Preise für Lastschiffe sind in der nachstehenden Tafel zusammengestellt. In Spalte 2 ist die Nummer mitgeteilt, unter der das betreffende Schiff früher beschrieben

1) Es wird behauptet, daß die Arbeitslöhne für ein großes Rheinschiff in Holland um 5000 bis 7000 Mark niedriger sind.

2) Vgl. Herner, Das Veranschlagen von Schiffen. Hannover 1906. (Seeschiffe.)

worden ist. Die Ergebnisse der Umfragen bei den Schiffseignern und Schiffbauanstalten sind, auf eine Tonne der amtlich geeichten Tragfähigkeit bezogen, in der Spalte 6 aufgeführt, während in Spalte 5 der durchschnittliche, mittlere Preis für das Schiff angegeben ist. In diesen beiden Preisen sind die Kosten der Ausrüstung nicht mit enthalten, sondern in der Spalte 7 besonders mitgeteilt.

1	2	3	4	5	6	7
			Des Schiffes		Preis je 1 Tonne der Tragfähigkeit	Kosten der Ausrüstung
Nr.	Nr.	Art des Schiffes	Tragfähigkeit	Mittlerer Preis		
			t	Mark	Mark	Mark
		I. Hölzerne, offene Schiffe.				
1	2	Boidack	150	3 300	20—25	1 500
			350	6 300	16—21	2 000
2	5	Zille, böhmische mit hölzernen Spanten	200	2 600	12—14	1 400
		» » » gemischten »	200	3 800	18—20	1 500
		» » » eisernen »	200	4 600	22—24	1 600
		» Berliner, aus Kiefernholz	200	4 400	20—24	1 800
3	7	Oderschiff, Finowmaß	210	5 700	20—34	2 000
	9	» Breslauer Maß	500	15 000	28—32	3 500
4	37	Emspünte	180	4 500	24—26	1 500
5	48	Trauner	72	400	5—6	50
		II. Hölzerne, gedeckte Schiffe.				
6	1	Kurischer Reisekahn, Kiefernholz	100	6 500	55—75	1 600
		» » »	250	15 000	50—70	2 200
		» » Eichenholz	100	9 500	80—110	1 800
		» » »	250	20 000	70—90	2 500
7	4	Oberländer Kahn	76	5 700	70—80	1 000
8	6	Oderkahn mit Kaffen	150	7 000	45—50	1 800
9	7	Oderschiff, Finowmaß, Steven	200	8 000	33—44	2 000
		» » »	250	9 500	33—40	2 000
	9	» Breslauer Maß	500	18 000	33—38	4 000
10		Elbschiff, Bretterdeck	800	30 000	34—39	5 000
11	25	Penische, Tafeldeck, Eichenholz	300	10 000	32—35	800
12	35	Maasspitz, » »	280	11 000	38—42	1 600
		III. Stählerne, offene Schiffe mit Holzboden.				
13	8	Oderschiff, Finowmaß	200	10 000	44—52	2 000
		» »	240	11 000	42—50	2 000
	9	» Breslauer Maß	500	25 000	46—53	4 000
14	12	Elbschiff, Plauer Maß	700	32 000	42—50	4 500
		IV. Stählerne, gedeckte Schiffe mit Holzboden.				
15	8	Oderschiff, Finowmaß, Bretterdeck	240	13 000	55—60	2 500
	9	» Breslauer Maß »	500	30 000	52—62	4 500
16	11	Weichselschiff*	500	28 500	57	5 000
17	12	Elbschiff, Plauer Maß, Bretterdeck	700	36 000	48—58	5 000
	13	» großes, Bretterdeck	1000	54 000	50—60	6 000

1	2	3	4	5	6	7
Nr.	Nr.	Art des Schiffes	Des Schiffes Tragfähigkeit	Des Schiffes Mittlerer Preis	Preis je 1 Tonne der Tragfähigkeit	Kosten der Ausrüstung
			t	Mark	Mark	Mark
		V. Stählerne, offene Schiffe (mit Stahlboden).				
18	8	Oderschiff, Finowmaß	240	12 000	50—56	2 500
	9	» Breslauer Maß	500	27 000	52—58	4 000
19	10	Klodnitzkanalschiff*.	162	9 500	59	2 400
20	12	Elbschiff, Plauer Maß	700	34 000	45—53	4 500
		VI. Stählerne, gedeckte Schiffe (mit Stahlboden).				
21	8	Oderschiff, Finowmaß, Bretterdeck . .	240	14 000	54—64	3 000
	9	» Breslauer Maß, Bretterdeck.	500	31 000	56—66	4 500
22	12	Elbschiff, Plauer Maß, Bretterdeck . .	700	38 000	50—60	5 000
	14	» großes, Bretterdeck.	1 000	58 000	54—62	6 000
	15	» » festes Stahldeck* . .	1 300	75 000	58	7 000
23	41	Weserschiff, mit Wellblech-Verdeck . .	625	35 000	54—60	3 000
24	38	Dortmund-Ems-Kanalschiff, in Deutschland gebaut	750	47 000	64—71	3 000
		Dgl.	920	50 000	52—58	3 000
25	18	Holländischer Kast, Tafeldeck . . .	460	31 000	63—70	4 000
26	19	Rheinschiff, Tafeldeck	700	38 000	50—60	6 000
	21	» mittlere Größe, Tafeldeck.	1 700	76 500	40—50	10 000
		Besondere Lieferungen in größerer Zahl:				
	20	im Jahre 1898 in Holland gebaut	1 500	67 500	45	10 000
		» » 1909 » » »	1 670	65 130	39	10 000
		» » 1900 » Deutschland gebaut . .	1 800	79 200	44	10 000
	22	» » 1910 » Holland* » . .	3 583	173 000	48,3	14 000
27	25	Penische aus Stahl, Tafeldeck	300	13 000	42—45	1 000
28	35	Maasspitz » » »	280	15 500	54—57	2 000
29	44	Donauschiff, fest. Stahldeck, Freibord 0,5	650	41 000	63	4 000
	45	» » » » 0,5	675	44 800	66	4 500
	46	» » » » 0,84	1 000	65 000	65	5 500
		Für das Schiff Nr. 45 würde sich ergeben:				
		bei einem Freibord von 0,25 m . . .	786	44 800	57	
		» » » » 0,10 » . . .	853	44 800	52,5	

Bei den gedeckten Schiffen der ostdeutschen Wasserstraßen, besonders in den Gruppen IV und VI, sind die Preise nur für den Bau mit Bretterdeck angegeben. Diese Schiffe werden aber häufig mit Tafeldeck (Plattendeck) versehen und der Preis je Tonne stellt sich dann um etwa 2 Mark höher.

Fast alle Angaben der Spalte 6 sind aus einer größeren oder kleineren Zahl ähnlich gebauter Schiffe ermittelt, bei den mit einem * bezeichneten Schiffen lag dagegen nur eine zuverlässige Mitteilung vor.

Innerhalb der einzelnen Gruppen der Tafel erkennt man, daß bei ähnlich gebauten Schiffen der Einheitspreis je Tonne Tragfähigkeit mit zunehmender Tragfähigkeit im allgemeinen etwas abnimmt. Besonders ist das bemerkbar, wenn Länge und Breite des Schiffes unverändert bleiben und die Zunahme nur nach der Höhe erfolgt (z. B. Oderschiff nach Finowmaß, Nr. 9 und Nr. 13 und Dortmund-Ems-Kanalschiff, Nr. 24). Wenn die Länge und besonders die Breite dagegen zunehmen, wird der Einheitspreis, wenigstens bei gut versteiften stählernen Schiffen, höher: Das Oderschiff nach Breslauer Maß zeigt höhere Preise als das nach Finowmaß; dagegen ist der Einheitspreis bei dem Elbschiffe nach Plauer Maß niedriger als bei dem Oderschiff nach Breslauer Maß, weil die Breite dieselbe bleibt. Elbschiffe von größerer Breite (z. B. bei Nr. 17 und Nr. 22) erfordern wegen der nötigen Versteifung wieder höhere Einheitspreise. Bei den Rheinschiffen zeigt sich ähnliches: Der Einheitspreis nimmt mit der Größe im allgemeinen ab, aber bei dem größten Schiffe von 3583 t wächst er wieder wegen der erforderlichen Versteifung, namentlich des Bodens. Die Kosten nehmen also nicht immer in umgekehrtem Verhältnis der Tragfähigkeiten ab.

Auch ist das leichteste Schiff nicht immer das billigste. Es war oben (S. 348) festgestellt, daß z. B. von allen in der Tafel aufgeführten Fluß- und Kanalschiffen das Dortmund-Ems-Kanalschiff am leichtesten war, weil sein totes Gewicht nur 0,19 t je Tonne Tragfähigkeit betrug; nach der Preistafel ergeben sich aber (wenigstens für in Deutschland gebaute Schiffe) sehr hohe Einheitsätze. Auch das sehr leicht gebaute Donauschiff (45) von 675 t Tragfähigkeit, dessen totes Gewicht 0,2 t und bei einem Freibord von 0,1 m sogar nur 0,16 t betrug, kostet je Tonne 66 Mark oder 52,5 Mark und kann daher nicht als außerordentlich billig bezeichnet werden. Dagegen nehmen bei den Rheinschiffen innerhalb der erwähnten Grenzen die Einheitspreise im Verhältnis zum toten Gewicht ab.

Die Kosten der Ausrüstung sind in Spalte 7 der Tafel in runden Summen angegeben worden. Auf die Mitteilung von Einzelpreisen muß verzichtet werden; doch ist zu erwähnen, daß 1 kg Anker und Ankerkette 0,45 bis 0,48 Mark, 1 kg Hanftrosse etwa 1 Mark und 1 kg Takelung 1,5 bis 2 Mark kosten.

Die Unterhaltungskosten der Lastschiffe sind sehr verschieden, je nach den Unfällen, die sie erleiden, nach der Behandlung durch die Mannschaft und nach der Güte der ersten Herstellung[1]). Für stählerne Schiffe ist in erster Linie auf die Erhaltung eines guten Anstrichs (S. 429) zu achten, der am besten alle $1\frac{1}{2}$ bis 2 Jahre unter Wasser und alle 2 bis 3 Jahre über Wasser zu erneuern ist, nachdem alle Roststellen sorgfältig abgekratzt sind. Auch der innere Anstrich sollte alle 2 bis 3 Jahre erneuert werden. Die Untersuchung des Bodens und die Erneuerung des Anstrichs wird leider mit Rück-

1) Wegen der Lebensdauer der Lastschiffe vgl. den »Bestand der deutschen Binnenschiffe« am Ende dieses Bandes.

sicht auf die Schwierigkeit und die Kosten des Aufschleppens gewöhnlich nur in längeren Zeiträumen ausgeführt. Große Schiffe dürfen überhaupt nur mittels eines Schiffswagens auf Land gebracht werden, weil sie sonst an Festigkeit verlieren würden.

Die Kosten des Aufschleppens auf die Hellinge und des Zuwasserlassens mittels Wagen betragen:

An den ostdeutschen Wasserstraßen:

für Schiffe von	250 bis 300 t	Tragfähigkeit	80 bis 100 Mark
» » »	400 » 500 »	»	110 » 120 »
» » »	600 » 700 »	»	130 » 140 »

Am Rhein wird bezahlt:

für Schiffe bis	500 t	Tragfähigkeit	34 bis 50 Mark je 100 t
» » über	500 »	»	24 » 34 » » 100 »

Ältere Schiffe mit Holzboden müssen alle 4 bis 5 Jahre und neuere alle 7 bis 8 Jahre auf Land genommen werden, um die Nähte des Bodens zu dichten und zu spunden. Der Boden schleift sich allmählich ab. Wenn er mehr als ein Viertel der Dicke verloren hat, muß er entweder erneuert oder mit 4 cm starken Brettern besohlt werden. Im letzteren Falle müssen die Bruhnen erneuert werden.

Die Vorschriften des Germanischen Lloyds, des Rheinschiff-Register-Verbandes und der Vereinigten Transport-Versicherungs-Gesellschaften über die regelmäßigen Untersuchungen der Lastschiffe sind schon (S. 365) erwähnt worden.

Die durchschnittlichen jährlichen Unterhaltungskosten schwanken sehr. Nach den eingezogenen Mitteilungen ergibt sich aber mit ziemlich guter Übereinstimmung, daß sie je Tonne der Tragfähigkeit auf 1 bis 2 Mark veranschlagt werden können.

Abschnitt III.

Schiffe mit eigener Triebkraft, Kraftschiffe.

1. Die Fortbewegungsmittel.

Allgemeines. Um die Arbeit der an Bord eines Schiffes befindlichen Triebkraft, die von einer Dampf- oder Gasmaschine, durch Elektrizität oder durch die Muskelkraft von Menschen und Tieren geliefert werden kann, zur unabhängigen Fortbewegung des Schiffes (S. 235) in ruhendem Wasser zu verwenden, sind Fortbewegungsmittel (Propeller) nötig, durch die diese Kraft auf das Wasser einwirken kann. Es sind das: Schaufelräder, Schrauben und ähnliche mechanische Vorrichtungen. Die Verwendung der Muskelkraft kommt heute nicht mehr in Frage [1]).

Die Wirkung aller Fortbewegungsmittel beruht darauf, daß sie auf das Wasser einen Druck oder Stoß ausüben und der dadurch hervorgerufene Gegendruck (Reaktion) des Wassers das Schiff vorwärts schiebt. Wenn sich das Schiff mit einer Geschwindigkeit v vorwärts bewegt, erhalten die mit dieser Geschwindigkeit in das Fortbewegungsmittel eintretenden Wasserfäden eine Beschleunigung, so daß sie mit einer größeren Geschwindigkeit u austreten. Die Beschleunigung beträgt also $(u - v)$. Der ausgeübte Druck ist gleich dem Gegendruck und gleich dem Schiffswiderstand (W) und nach dem dynamischen Grundgesetz gleich der Masse mal der Beschleunigung. Wenn der Querschnitt des bewegten Wasserstroms mit F, das Gewicht des Wassers mit G und die Beschleunigung der Schwere mit g bezeichnet wird, so ist die sekundlich zurückgeworfene Masse des Wasserstroms $= \frac{G}{g} \cdot u \cdot F$ und der Gegendruck [2]):

$$R = W = \frac{G}{g} \cdot F \cdot u\,(u - v). \tag{1}$$

Der von dem Bewegungsmittel (z. B. einer Schaufel des Schaufelrades) in der Zeiteinheit zurückgelegte Weg ist $= v + \left(\frac{u - v}{2}\right)$ und die dabei geleistete Arbeit

1) Auf den chinesischen Strömen gibt es allerdings noch große Schiffe mit einem am Heck angebrachten Schaufelrad, das von Menschen mittels eines auf dem Hinterschiff befindlichen Tretrades angetrieben wird.

2) Nach Rankine, Busley, die Schiffsmaschine II. Kiel, 1886.

ist $= W\left(v + \frac{u-v}{2}\right)$ oder $= W \cdot v + W\left(\frac{u-v}{2}\right)$. Der erste Teil $W \cdot v$ ist die zur Fortbewegung des Schiffes nutzbar gemachte Arbeit (Kraft mal Weg) und der zweite Teil ist die lebendige Kraft (Masse mal dem halben Quadrat der Geschwindigkeit) des austretenden Wasserstroms oder der unvermeidliche Arbeitsverlust:

$$W\left(\frac{u-v}{2}\right) = \frac{G}{2g} \cdot F \quad u\,(u-v)^2. \tag{2}$$

Die zum Antrieb des Fortbewegungsmittels erforderliche Maschinenleistung (L) ist mindestens gleich der Summe der Nutzarbeit und des Arbeitsverlustes, wenn alle nebenbei auftretenden Verluste durch Reibung und Stöße unberücksicht bleiben:

$$L = W \cdot v + W\left(\frac{u-v}{2}\right)$$

oder mit Einsetzung der vorbestimmten Werte:

$$L = \frac{G}{2g} \cdot F \cdot u\,(u^2 - v^2). \tag{3}$$

Der Wirkungsgrad eines Fortbewegungsmittels (η) ist das Verhältnis der Gesamtarbeit zur Nutzarbeit (Widerstandsarbeit des Schiffes) also

$$\eta = \frac{\frac{G}{g} \cdot F \cdot u\,(u-v) \cdot v}{\frac{G}{2g} \cdot F \cdot u\,(u^2 - v^2)} \quad \text{oder} \quad \eta = \frac{2v}{u+v}. \tag{4}$$

Dies ist der größte überhaupt mögliche Wirkungsgrad, weil alle Reibungs- und Stoßverluste unberücksichtigt geblieben sind und ferner vorausgesetzt ist, daß alles von dem Fortbewegungsmittel bewegte Wasser nach hinten geworfen wird. Diese Voraussetzungen treffen niemals zu.

Für $u = v$ wird $\eta = 1$. Es wird dann die Beschleunigung $(u - v) = 0$ und auch der Gegendruck und der Schub $= 0$.

Die Beschleunigung $(u - v)$, also der Unterschied der Geschwindigkeit des austretenden Wassers (oder des Fortbewegungsmittels) und der Geschwindigkeit des Schiffes nennt man den Schlüpf (Slip oder Rücklauf). Es ergibt sich aus den vorstehenden Erörterungen, daß er niemals zu Null werden kann. Man gibt ihn in der Regel im Verhältnis zu u an:

$$s = \frac{u-v}{u}. \tag{5}$$

Bei demselben Fortbewegungsmittel und demselben Schiffe wächst der Schlüpf mit dem Schiffswiderstande, ist also beim Schleppen in begrenztem Fahrwasser am größten. Im übrigen ist sein Verhalten bei den einzelnen Fortbewegungsmitteln verschieden.

Aus der Gleichung (1) erkennt man, daß die Größe des Gegendrucks des Wassers oder des Schubs unter sonst gleichen Umständen wesentlich von $(F \cdot u)$ abhängt: je kleiner u, um so größer muß mithin F werden, um die-

selbe Wirkung zu erreichen. Da der Wirkungsgrad nach Gleichung (4) mit abnehmendem u wächst, ist es bei jedem Fortbewegungsmittel vorteilhaft, für einen möglichst großen Querschnitt (F) des Wasserstroms zu sorgen, damit seine Geschwindigkeit (u) so klein wie möglich wird.

Unter der Geschwindigkeit des Schiffes (v) ist die Bewegung des Schiffes gegen das Wasser zu verstehen. Für die Gesetze der Fortbewegung ist es ziemlich gleichgültig, ob das Wasser sich bewegt und das Schiff still liegt oder umgekehrt. Wenn in einem Strome beide sich fortbewegen, muß man bei dem Schiffe die scheinbare Geschwindigkeit gegen das Ufer von der wirklichen Geschwindigkeit (v) gegen das Wasser unterscheiden. Wenn v_1 die Geschwindigkeit des strömenden Wassers, v_2 die scheinbare Geschwindigkeit des Schiffes bei der Bergfahrt und v_3 bei der Talfahrt bedeuten, so ist bei der Bergfahrt $v = v_2 + v_1$ und bei der Talfahrt $v = v_3 - v_1$.

Wird das Schiff in stillem Wasser fest vertäut, so daß seine Geschwindigkeit zu Null wird, so wird durch den Antrieb des Fortbewegungsmittels dem Wasser eine gewisse Geschwindigkeit erteilt, indem die zurückgeworfene Wassermenge stets durch eine ebenso große neu hinzufließende Menge ersetzt wird. Die Geschwindigkeit v kann in diesem Falle sehr klein, aber niemals zu Null werden.

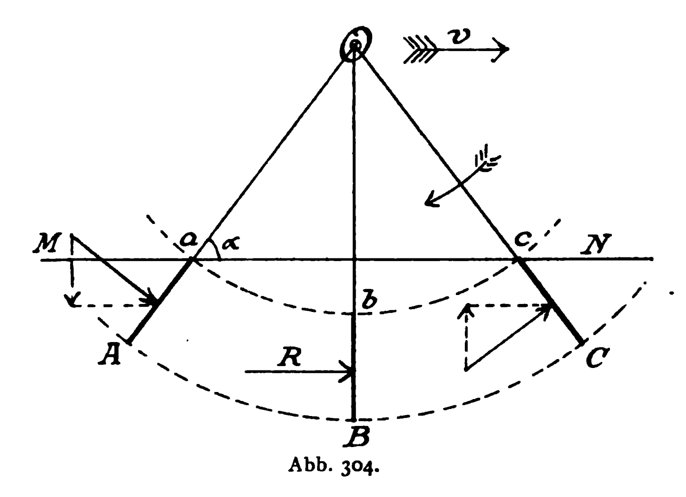


Abb. 304.

Schaufelräder. In dem geschichtlichen Rückblick wurde mitgeteilt (S. 88), daß die Versuche zur Benutzung von Schaufelrädern, die anfangs durch Menschenkraft bewegt wurden, sehr alt sind. Der mechanische Vorgang ist folgender: In der Abbildung (304) stellt MN die Oberfläche des ruhenden Wassers und O den Mittelpunkt der Radwelle eines sich gleichmäßig mit der Geschwindigkeit v fortbewegenden Schiffes dar. Wenn die Radwelle in der Pfeilrichtung gedreht wird, schlagen die mit den Radarmen fest verbundenen, ebenen Schaufeln Aa, Bb, Cc usw. gegen das Wasser und der dadurch hervorgerufene senkrecht zu den Schaufeln gerichtete Gegendruck R des Wassers schiebt das Schiff vorwärts. Da die Geschwindigkeit der sich auf der Kreislinie bewegenden Außenkanten der Schaufeln (A, B usw.) größer ist als die Geschwindigkeit der Innenkanten (a, b usw.), nimmt der Druck und auch der Gegendruck von der Innenkante zur Außenkante zu. Die Mittellinie des Drucks liegt etwa $0{,}4 \cdot h$ von der Außenkante entfernt, wenn h die Schaufelhöhe be-

zeichnet. Es ist aber üblich, die Mittellinie des Drucks in halber Schaufelhöhe und den durch sie gelegten Kreis als Raddurchmesser (d) anzunehmen. Wenn das Rad in der Minute n Umdrehungen macht, so ist die mittlere Umfangsgeschwindigkeit

$$u = \frac{n \cdot d \cdot \pi}{60} \text{ m je Sekunde,}$$

worin π die bekannte Kreiszahl 3,14 bedeutet. Diese Umfangsgeschwindigkeit ist zugleich die Austrittsgeschwindigkeit des durch den Stoß beschleunigten Wassers, und der durch die Schaufel hervorgebrachte nutzbare Schub (R) ist nach der allgemeinen Gleichung (1), wenn man unter f den Flächeninhalt einer Schaufel versteht [1]):

$$R = \frac{G}{g} \cdot f \cdot u\,(u - v).$$

Wie man aus der Zeichnung erkennt, wirkt dieser Schub nur bei der mittelsten, senkrecht stehenden Schaufel in voller Größe in wagerechtem Sinne. Bei den benachbarten Schaufeln sind nur die wagerechten Seitenkräfte für die Fortbewegung des Schiffes wirksam, während die senkrechten Seitenkräfte bei der eintauchenden Schaufel C das Schiff zu heben und bei der austauchenden Schaufel A das Schiff herunterzudrücken bestrebt sind. Dadurch entstehen Arbeitsverluste, sowie lästige und schädliche Schwankungen des Schiffes, die man bei älteren Raddampfern mit festen Schaufeln sogar mit dem Auge deutlich wahrnehmen kann. Sie werden kleiner, wenn der Winkel α, den die ein- oder austauchende Schaufel mit der Wasserlinie bildet, größer wird, d. h. wenn der Raddurchmesser größer wird. Erfahrungsmäßig wählt man bei festen Schaufeln diesen Winkel nicht kleiner als 40° oder besser 42°. Räder mit großem Durchmesser haben also einen besseren Wirkungsgrad, und in Amerika sind häufig Räder von 10 bis 12 m und selbst bis 13 m Durchmesser gebaut worden, mit denen gute Leistungen erreicht wurden. In Deutschland und in anderen Ländern ist man auf den Binnenwasserstraßen meistens in der Höhe des Schiffes beschränkt und kann daher, namentlich wenn man die Maschine unter Deck anordnen will, den Rädern kaum halb so große Durchmesser geben.

Zur Beseitigung der großen Arbeitsverluste bemühte man sich schon bald nach der Erfindung des Dampfschiffs bewegliche Schaufeln einzuführen, die möglichst senkrecht ein- und austauchten. Im Jahre 1813 erfand Robert Buchanan in Glasgow eine solche Einrichtung, bei der die um wagerechte Achsen drehbaren Schaufeln durch eine exzentrische Scheibe auf der Radwelle stets in einer senkrechten Stellung erhalten wurden. Doch bewährte sich diese Anordnung zunächst nicht: Wenn auch der Schlüpf solcher Räder

1) Nach Marestier und Riehn (Zeitschr. d. V. D. J. 1884, S. 349) ist $R = \frac{G}{g} \cdot f\,(u - v)^2$, wobei f die wirksame Fläche aller überhaupt gleichzeitig eingetauchten Schaufeln und R die ganze Triebkraft bedeuten.

geringer wurde, so war doch ihr Wirkungsgrad weniger günstig als bei festen Schaufeln. Durchschlagenden Erfolg hatte erst die Erfindung von Galloway (1829), dessen Patent von **Morgan** gekauft und seit dem Jahre 1842 allgemein in England verbreitet wurde. Gallowey ließ die Schaufeln nicht senkrecht, sondern stoßfrei eintreten, wofür nachstehende Erwägungen maßgebend waren:

Wenn in Abb. 305 *MN* die Wasserlinie und *BC* einen Teil des durch die Mittelpunkte der Schaufeln gelegten Radkreises darstellen, so wird die eintauchende **feste** Schaufel *A* in der Richtung der Tangente die Umfangsgeschwindigkeit *u* und in der Richtung des Wasserspiegels die Geschwindigkeit *v* des Schiffes haben, in Wirklichkeit also in der Richtung *x* gegen das Wasser schlagen. Wenn die bewegliche Schaufel stoßfrei eintreten soll, muß sie in die Richtung *x'* gedreht werden. Ähnlich verhält es sich mit der austauchenden Schaufel *B* in Abb. 306. Auch sie kann nur stoßfrei austreten, wenn sie in die Richtung *y* gedreht wird. Die so gebauten

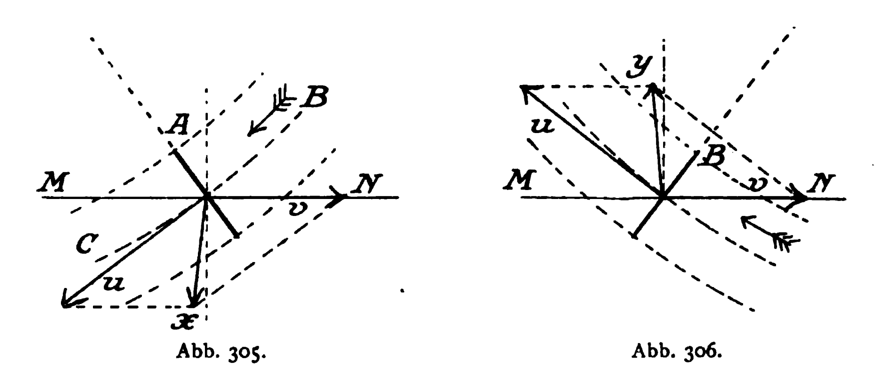


Abb. 305. Abb. 306.

Schaufeln der Morgan-Räder (auch Patenträder genannt) wurden gleichfalls durch exzentrische Scheiben bewegt. Sie wurden im Jahre 1847 auf dem Rhein bekannt und fanden etwa seit 1860 allgemeine Verbreitung in Deutschland. Es zeigte sich später, daß die Schubwirkung der Schaufeln eine noch günstigere wird, wenn man auf den völlig stoßfreien Eintritt verzichtet und den Schaufeln beim Ein- und Austauchen eine mehr zur Senkrechten geneigte Stellung gibt. Man kam dabei zu der in Abb. 307 dargestellten Anordnung: Die austretende Schaufel *A* bekommt die Richtung *AD*, die eintretende Schaufel *C* die Richtung *CD*. Wenn man im Mittelpunkt der Schaufeln senkrecht die Schaufelhebel einzeichnet, deren Länge man etwa gleich $0{,}6 \cdot h$ (Schaufelhöhe) wählt, und durch die Punkte *a*, *b*, *c* einen Kreis legt, so ist der Mittelpunkt (*P*) dieses Kreises der Mittelpunkt des exzentrischen Zapfens für das Bewegungsgetriebe der Schaufeln. Diese Einrichtung ist heute am meisten verbreitet. Es kommen aber Fälle vor, wo man von dieser Regel abweicht. Bei den neueren Radschleppdampfern mit großen Leistungen kommt es darauf an, das Maschinengewicht möglichst zu ver-

mindern, und man erreicht dies durch die Wahl von schneller laufenden Maschinen, die wieder größere Umlaufzahlen für die Räder ergeben. Während man diesen früher in der Minute 20 bis 30 Umdrehungen gab, ist man heute auf 30 bis 40, ausnahmsweise bis 50 gekommen, und weil eine zu große Umfangsgeschwindigkeit (u) unvorteilhaft ist, wird man genötigt, kleinere Raddurchmesser, also auch eine kleinere Schaufelzahl zu nehmen. Die großen amerikanischen Raddampfer mit äußeren Raddurchmessern von 10 bis 12 m hatten etwa 24 bis 36 feste oder 14 bis 16 bewegliche Schaufeln; Rädern von 4,5 bis 8 m äußerem Durchmesser gab man 10 bis 12 bewegliche Schaufeln, während man heute bei starken Schleppdampfern bis auf die Hälfte der Schaufeln hinabgeht. An Stelle der früher üblichen hölzernen, ebenen Schaufeln vermendet man in der Regel aus Stahlblech schwach gekrümmte Schaufeln, und es wird bei ihrer kleinen Anzahl meistens nötig, für jede Schaufel sorgfältig die günstigste Ein- und Austauchstellung im einzelnen Falle zu ermitteln. Es ergibt sich dabei zuweilen, daß der für die Richtung der Schaufeln maßgebende Punkt D (Abb. 307) etwas weiter nach rechts gerückt werden muß. Die geringe Schaufelzahl von 5 wird übrigens selten angewandt und noch seltener ist man bis auf 4 herunter gekommen. Die neueren starken Radschlepper auf Rhein und Elbe haben bei Zapfenkreisdurchmessern von 2,7 m bis 3 m in der Regel 7 bis 8 Schaufeln mit 36 bis 40 Umdrehungen und auf der Donau zuweilen Durchmesser von 2,5 m mit 6 Schaufeln und 50 Umdrehungen. Die großen Schnelldampfer auf dem Rhein für Personen machen bei 4 m Durchmesser und 9 Schaufeln 45 Umdrehungen.

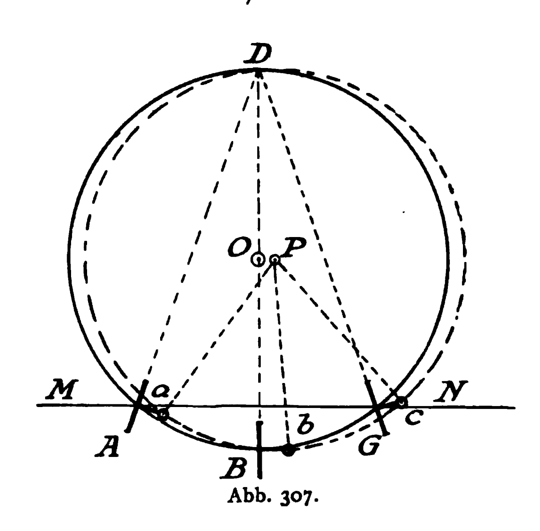


Abb. 307.

Der Raddurchmesser hängt auch von der Seitenhöhe des Schiffes ab, und man läßt die Schaufeln bis nahe an die Linie des Schiffsbodens herunterreichen. Die Schaufelzahl wird nicht nur nach dem Raddurchmesser, sondern auch nach dem Abstand der Schaufeln, d. i. der Teilung des Zapfenkreises, bestimmt. Sie darf nicht zu klein sein, damit die Schaufeln sich frei bewegen und nicht gegenseitig ihre Wirkung behindern, und wird einerseits mit der Schaufelhöhe, andererseits mit der Schiffsgeschwindigkeit wachsen müssen. Bei den oben erwähnten Beispielen von Schleppdampfern mit Schaufelhöhen von 0,8 bis 0,9 m beträgt die Teilung 1,2 m bis 1,5 m. Man macht sie oft größer bis zu 1,8 m; doch nehmen dann die Stöße und Erschütterungen zu.

Wenn bei starken Schleppdampfern die nötige Breite der Schaufeln größer wird als etwa $3{,}5 \cdot h$, pflegt man sie zu teilen und ordnet Doppelräder an. Man erreicht dabei den Vorteil, daß die Bewegungsvorrichtung leichter und sicherer arbeitet, wenn für jedes der beiden Räder eine besondere exzentrische Scheibe vorhanden ist. Ferner ist es schwer, sehr breite Schaufeln vor Rissen durch Verdrehung zu schützen und außerdem lassen sich einzelne beschädigte Schaufeln leichter auswechseln, wenn sie kleiner und leichter sind.

Als die gekrümmten beweglichen Schaufeln in Deutschland eingeführt wurden, sind viele ältere Schiffe mit solchen neuen Rädern versehen worden, und durch den Umbau soll die Nutzleistung um 0,1 bis 0,2 erhöht worden sein. Daraus ergibt sich der bedeutende Vorteil dieser Einrichtung namentlich für Räder von verhältnismäßig kleinen Durchmessern. Als Nachteil muß das bedeutende Gewicht solcher Räder aufgeführt werden. Nach dem Taschenbuch der »Hütte« soll angenähert das Gewicht eines Rades mit festen Schaufeln $14 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{N_i}$ und mit beweglichen $26 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{N_i}$ betragen, wenn man unter b die Radbreite und unter N_i die indizierte Leistung der Dampfmaschine in Pferdestärken versteht. Die beweglichen Räder würden also etwa doppelt so schwer sein. Ferner sind sie entsprechend kostspieliger in der Beschaffung und Unterhaltung, sowie sehr empfindlich gegen Beschädigungen.

In den Abbildungen 308 und 309 ist ein Doppelrad von einem starken Seitenradschleppdampfer mit 1 m Tiefgang dargestellt, der auf der Werft von Gebrüder Sachsenberg in Roßlau gebaut ist. Diese Firma hat ganz besondere Verdienste um die Entwicklung der Flußraddampfer. *a* ist die Radwelle, die an der Schiffswand im Lager *b* und auf der Wasserseite im Lager *c* ruht. Das letztere ist wegen der geringen Höhe der Welle über dem Wasserspiegel als Hängelager angeordnet. Die 7 gekrümmten Schaufeln *d* aus Stahlblech sind ihrer großen Länge wegen geteilt. An der Schiffs- und an der Wasserseite sind sie durch einen Winkel *e* verstärkt, der gleichzeitig das gefaßte Wasser mehr zusammenhalten soll. Jede halbe Schaufel trägt 2 Schaufelstühle oder Schaufelböcke *f* und *p*, die mit je 4 Schraubbolzen befestigt sind, wobei zur Verstärkung des Schaufelblechs an diesen Stellen noch Versteifungsbleche untergelegt sind. Die beiden äußeren, Schaufelböcke *f* haben 2 Drehzapfen: den einen bei *g* nahe der Schaufel, wo die Radarme *h* angreifen und den anderen am Ende des Schaufelhebels bei *i*, wo die Lenkstangen *k* angreifen. Die Radarme sind stark gekrümmt, damit die Schaufeln sich frei drehen können, aus Blech geschnitten und etwa in ihrer Mitte fest (durch Schrauben oder Schweißung) mit dem Ringe *l* verbunden, der das ganze Rad zusammenhält. Das andere, innere Ende der Radarme ist an der gußeisernen Radnabe angeschraubt, die fest auf der Welle *a* sitzt. Die Lenkstangen *k* führen von den Drehzapfen *i* zu dem Ringe *m*, der in seitlichen Führungen auf dem Umfange einer Scheibe *n* gleitet, welche exzentrisch fest mit dem Lager *b* und dadurch mit dem Schiffskörper verbunden ist. 6 Lenkstangen sind in Zapfen drehbar mit dem Ringe *m* verbunden, die siebente aber, *o*, ist fest, besonders kräftig und heißt Mitnehmer oder Königslenker. Die inneren Schaufelböcke *p* tragen nur die Dreh- und Angriffspunkte für die Radarme. Durch die Stangen *q* werden die 4 Radarme in ihrer Stellung zueinander gesichert.

Zuweilen ordnet man die Drehzapfen *g* nicht genau in der Mitte der Schaufelhöhe an, sondern einige cm weiter nach der Außenkante hin, weil, wie schon erwähnt, der Gegendruck des Wassers auf den unteren, äußeren Teil der Schaufel etwas größer ist. Die Lenkstangen sind in diesem Beispiel gekrümmt, damit die Schaufel *S* (links) sich noch frei bewegen kann. Zuweilen läßt man die Lenkstangen gerade und macht in der Schaufel an der betreffenden Stelle einen kleinen Ausschnitt. Doch kann man denselben Zweck auch erreichen, wenn man den Schaufelhebel (*i g*) nicht senkrecht, sondern etwas geneigt stellt, wie z. B. in Abb 310.

Doppelrad eines großen Schleppdampfers.

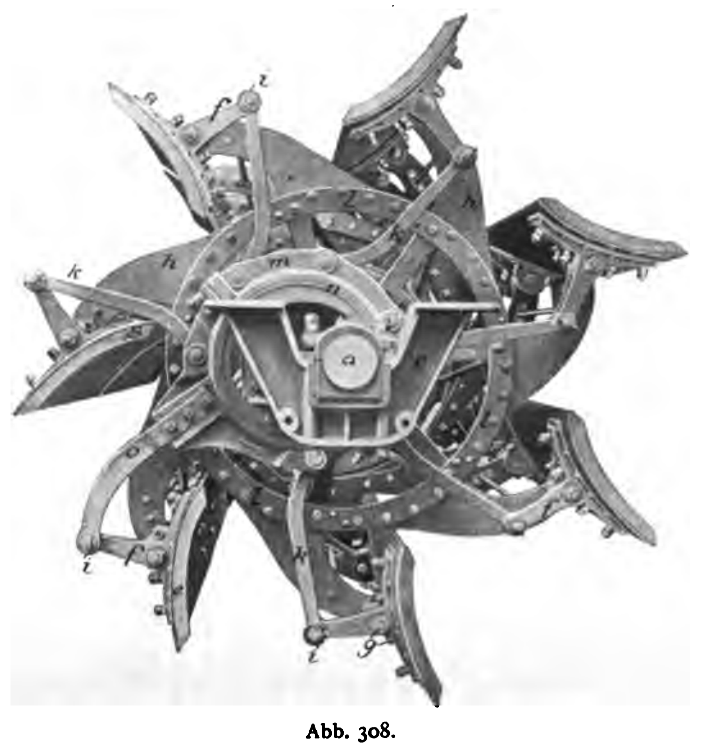


Abb. 308.

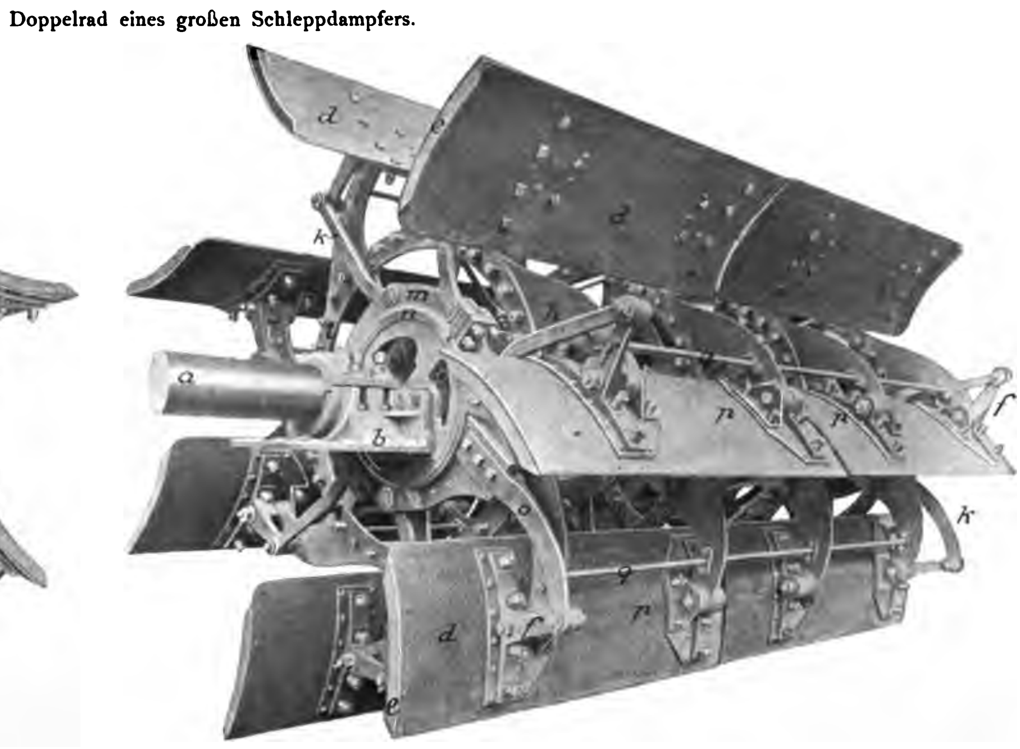


Abb. 309.

Leichteren Rädern mit weniger langen Schaufeln gibt man gewöhnlich nicht 2, sondern nur eine Nabe, an der die Radarme nach der in Abb. 311 dargestellten Weise befestigt werden. Die eingeschriebenen Buchstaben haben in den Abb. 310 und 311 dieselbe Bedeutung wie in den Abb. 308 und 309.

Um die Schaufelräder beim Stillstand der Maschine behufs Ausbesserungen u. dgl. drehen zu können, muß bei schweren Rädern eine Drehvorrichtung angeordnet werden. Diese besteht meistens aus einem auf der Welle befestigten gußeisernen Schneckenrade mit ausrückbarer Schnecke (aus Gußstahl), die mittels einer Ratsche und Aufsteckhandhebel bewegt wird.

Schaufelrad eines Personendampfers, Abb. 310 und 311. 1 : 38.

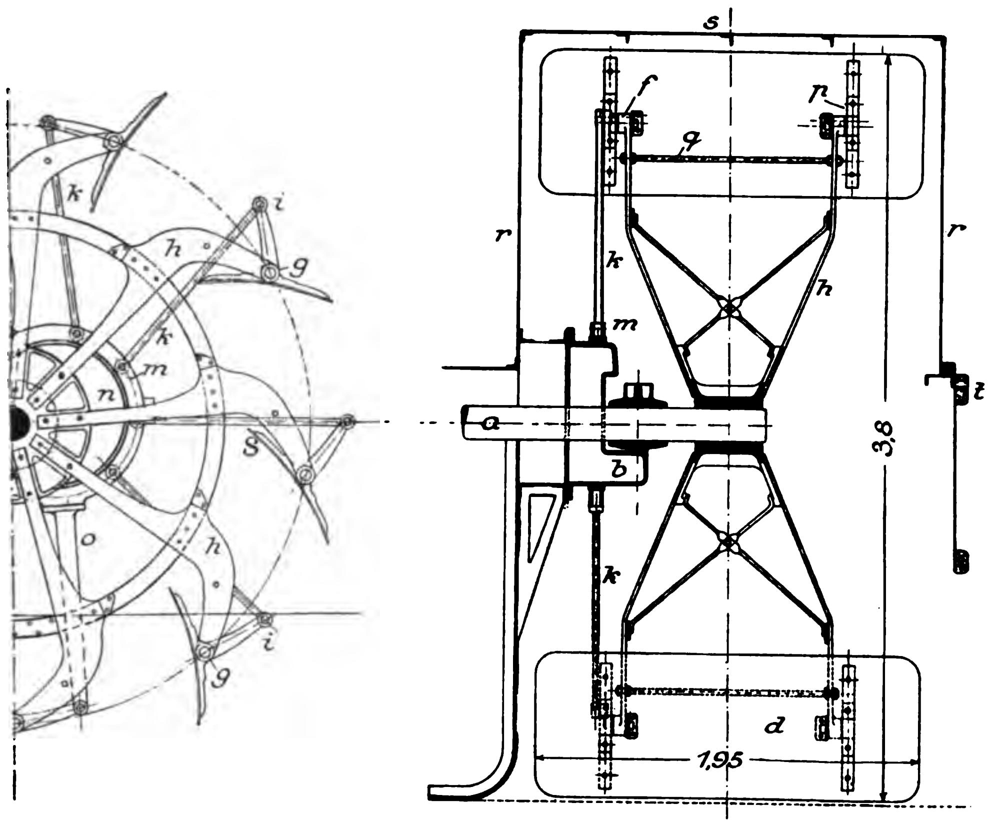


Abb. 310. Ansicht. Abb. 311. Querschnitt.

Der Schlüpf (Slip, Rücklauf) ist nach der allgemeinen Gleichung (5) (S. 438) $s = \frac{u - v}{u}$, worin für Schaufelräder $u = \frac{n \cdot d \cdot \pi}{60}$. Der Schlüpf beträgt bei Rädern mit festen Schaufeln 0,2 bis 0,3, bei beweglichen Schaufeln 0,1 bis 0,2, im Mittel etwa 0,15. Er steigt aber bei Schleppschiffen bis zu 0,3 und 0,5. Für Binnenschiffe in begrenztem Fahrwasser, besonders bei geringer Wassertiefe unter dem Schiffsboden vergrößert sich der Schlüpf noch um etwa 0,1.

Gegenüber den Schrauben und Heckrädern ist der Schlüpf der Seitenräder in begrenztem Fahrwasser verhältnismäßig größer, weil das neben dem Schiffe befindliche Wasser durch die Rückströmung der durch das Schiff verdrängten Wassermenge eine gewisse Geschwindigkeit bekommt, die der Fahrtrichtung entgegengesetzt ist.

Die Größe der Schaufeln kann man theoretisch aus dem Gegendruck des Wassers (R) oder dem Schiffswiderstand (W) nach der Gleichung (1) berechnen $R = W = \frac{G}{g} \cdot F \cdot u\,(u - v)$ in kg.

Da $G = 1000$ kg und $g = 9{,}81$, so ergibt sich, wenn man z. B. bei Seitenrädern annimmt, daß in jedem Rade nur eine Schaufel mit der Fläche f wirksam ist:

$$W = 102 \cdot 2 \cdot f \cdot u\,(u - v)$$

oder

$$f = \frac{0{,}0049 \cdot W}{u\,(u - v)}.$$

Man muß für den Schlüpf eine Annahme machen: Setzt man z. B. für bewegliche Schaufeln $s = 0{,}16$ und abgerundet $u = 1{,}2 \cdot v$, so bekommt man [1]):

$$= 0{,}02 \cdot \frac{W}{v^2}.$$

Um diese Formel zu benutzen, muß man W kennen oder nach irgend einer Formel berechnen. Besser geht man von der Maschinenstärke aus: Wenn S die gesamte, gleichzeitig wirksame Fläche der eingetauchten Schaufeln bedeutet und p den Druck auf die Flächeneinheit (der mit der Beschleunigung des Wassers zunimmt), so ist $p \cdot S$ der gesamte Schub und $p \cdot S \cdot u$ die gesamte Arbeitsleistung des Rades oder der beiden Seitenräder. Diese muß gleich der Leistung der Maschine an der Radwelle sein, die mit N_m in Pferdestärken (von je 75 mkg in der Sekunde) ausgedrückt wird:

$$p \cdot S \cdot u = 75 \cdot N_m.$$

Wenn man für u den Wert $u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$ einsetzt, erhält man:

$$p \cdot S = \frac{75 \cdot 60}{\pi} \cdot \frac{N_m}{d \cdot n} = 1433 \cdot \frac{N_m}{d \cdot n}.$$

Will man für p nur einen bestimmten Druck zulassen, so ergibt sich

$$S = 1433 \frac{N_m}{p \cdot d \cdot n}.$$

Die nötige Fläche der Schaufeln wächst mithin mit der Maschinenstärke und nimmt mit wachsendem Durchmesser oder wachsender Umlaufzahl oder wachsendem spezifischen Druck ab. Nach den neueren, oben erwähnten Beispielen kann man p zu 800 bis 1000 kg je m² annehmen und es wird z. B. für $p = 900$

$$S = \frac{1{,}59 \cdot N_m}{d \cdot n}.$$

Bei flachgehenden Binnenschiffen kann man die Zahl der gleichzeitig eingetauchten, wirksamen beweglichen Schaufeln bei 2 Seitenrädern von je 5 Schaufeln nur zu 2, bei je 6 bis 8 Schaufeln etwa zu 3 bis 4 und bei je 9 bis 10 Schaufeln etwa zu 4 bis 5 annehmen; doch wachsen diese Zahlen (m) mit zunehmender Wassertiefe. Setzt man $S = m \cdot f$, so bekommt man für die Fläche einer Schaufel

$$f = \frac{1{,}59 \cdot N_m}{m \cdot d \cdot n}.$$

Der Engländer Seaton hat seine Formel auf die Zahl der indizierten Pferdestärken (N_i) bezogen:

$$f = k \cdot \frac{N_i}{d},$$

worin bei beweglichen Schaufeln k erfahrungsmäßig zwischen 0,0085 und 0,01 liegt. Der letztere Wert soll für Schlepper gelten. Für $N_m = 0{,}8 \cdot N_i$, für $m = 4$, für $n = 30$ (oder für $m = 3$ und $n = 40$) und für $k = 0{,}01$ geben beide Formeln etwa gleiche Werte.

Die Höhe (h) der Schaufel ist von dem Tiefgang des Schiffes abhängig und man wählt sie bei flach gehenden Schiffen meistens etwa 100 mm kleiner als diesen. Hinsichtlich der Festigkeit müssen alle Teile der Räder nach dem auf die einzelnen Schaufeln entfallenden Druck berechnet werden.

---

1) Nach der Formel von Riehn (S. 440, Fußnote) bekommt man $f_1 = 0{,}12 \frac{W}{v^2}$; dabei ist aber unter f_1 die wirksame Fläche aller gleichzeitig eingetauchten Schaufeln eines Rades verstanden.

Der **Wirkungsgrad** der Schaufelräder ist das Verhältnis der Gesamtarbeit zur Nutzarbeit (vgl. die Gleichung 4). Die Gesamtarbeit ist $= W \cdot u$ und die Nutzarbeit $= W \cdot v$. Es ist theoretisch:

$$\eta = \frac{W \cdot v}{W \cdot u} = \frac{v}{u}.$$

In Wirklichkeit liegt η zwischen 0,6 und 0,7 und nimmt außerdem sowohl mit der tieferen Eintauchung wie mit der abnehmenden Wassertiefe schnell ab, namentlich in begrenztem Fahrwasser. Bei Flußdampfern kann man bei mittleren Wasserständen nur auf einen Wirkungsgrad von 0,57 bis 0,62 rechnen.

Die Befestigung der Seitenräder am Schiffe ergibt sich im allgemeinen bereits aus den Abb. 308 bis 311. Leichtere Räder (Abb. 311)

Radkasten eines Personendampfers, Abb. 312 und 313. 1 : 75.

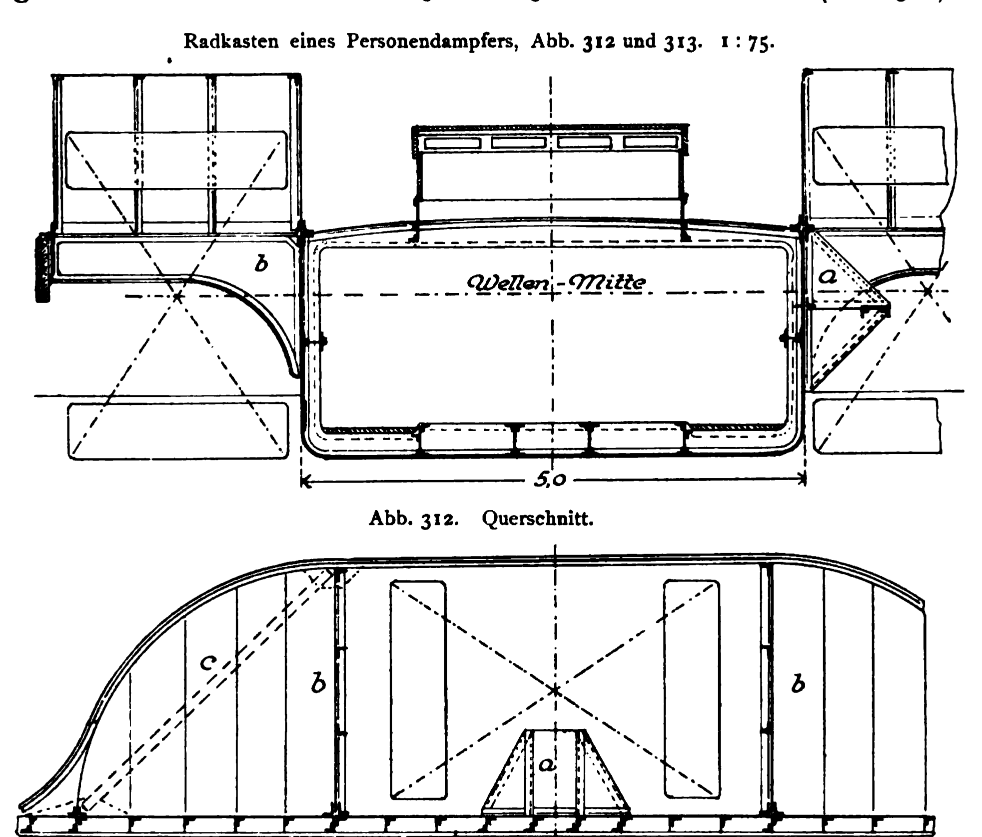


Abb. 312. Querschnitt.

Abb. 313. Grundriß.

sind nur durch die inneren Lager *b* mit dem Schiffskörper verbunden und stehen in keiner Berührung mit den sie umschließenden Radkästen (*r* und *s*), die häufigen Stößen und Beschädigungen ausgesetzt sind. Es genügt in diesem Falle, daß die Radkästen auf der Wasserseite durch leichte Bleche und Scheuerleisten (*t*) abgeschlossen werden. Wenn die Räder breiter werden, ist es wichtig, die Lager möglichst nahe an die Radnaben zu legen und

man ordnet dazu an den äußeren Schiffswänden weit ausladende Konsolen (*a*) aus verstärkten Blechen an, die auch in wagerechtem Sinne gut abgesteift werden müssen (Abb. 312 u. 313). Der Radkasten aus Blech muß überall reichlichen Spielraum für die Bewegung der Räder lassen und namentlich nach hinten stark erweitert werden, um das mitgerissene Wasser unbehindert abfließen zu lassen. Zur Unterstützung des Kastens sind 2 starke Blechträger (*b*) an die Schiffswand genietet, die auf der Wasserseite durch eine Blechwand, den Radkastenbalken, verbunden sind. Dieser hat außen eine kräftige Scheuerleiste und wurde früher auch dazu benutzt, die exzentrische Scheibe für die Bewegung der Lenkerstangen der Schaufeln zu tragen. Dies war unzweckmäßig, weil gerade der Radkastenbalken bei Zusammenstößen und auch beim Anlegen am meisten gefährdet ist. Man mußte deshalb zur Sicherung der empfindlichen Lenkvorrichtung den Balken sehr kräftig machen und auch die Träger *b* seitlich gut versteifen. Das wird erspart, wenn man die exzentrische Scheibe an der Schiffseite befestigt (Abb. 311), wo sie gut geschützt und leicht zu erreichen ist. Diese Anordnung ist jetzt allgemein üblich. Die Radkastentrommel muß vom Schiff aus durch eine Tür zugänglich gemacht werden.

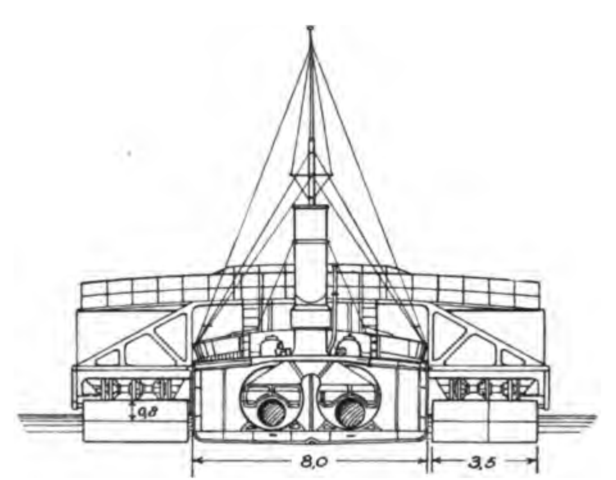


Abb. 314. Radkasten eines Elbeschleppers 1 : 250.

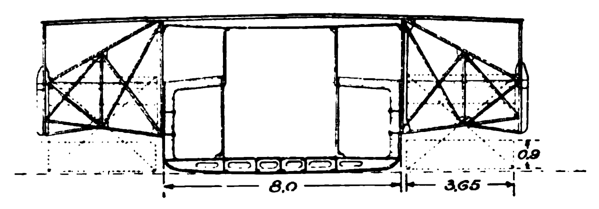


Abb. 315. Radkasten eines Donauschleppers 1 : 250.

Wenn bei breiteren Rädern auch auf der Wasserseite Wellenlager angebracht werden müssen, werden die angemessen verstärkten Radkastenträger und Balken durch kräftige Schrägstäbe (*c*) und Winkelbleche gegen die Schiffswände abgesteift, wie in Abb. 313 mit gestrichelten Linien angedeutet ist. Bei besonders starken Kraftschiffen von über 500 Pferdestärken genügt diese Einrichtung nicht mehr. Man macht die aus Eisenfachwerk gebildeten Träger dann an den Bordwänden so hoch wie die Radkästen und verbindet sie über Deck in der Höhe der Befehlbrücke miteinander. Die Abb. 314 zeigt diese Bauweise an einem großen Elbschleppdampfer von 700 Pferdestärken und

1 m Tiefgang, Abb. 315 bei einem großen Donauschleppdampfer von gleicher Stärke und gleichem Tiefgange [1]). Diese hohen Radkastenträger werden längsschiffs gegen die Bordwände durch Schrägstäbe in senkrechter Ebene abgesteift. In Abb. 316 sind die Radkastenträger eines großen Seitenradschlepp-

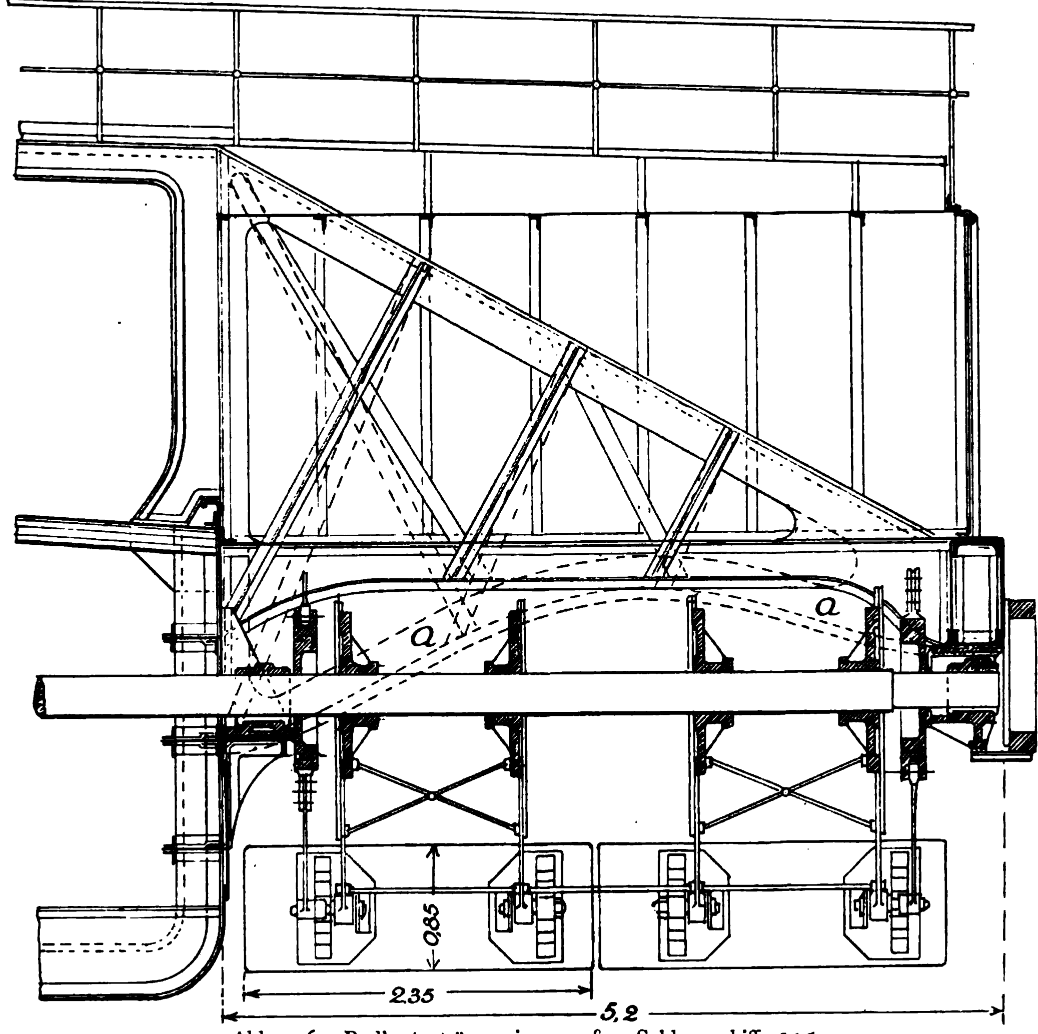


Abb. 316. Radkastenträger eines großen Schleppschiffs 1 : 50.

schiffs dargestellt. Die Ansicht ist von vorne gezeichnet: Die ausgezogenen Linien stellen den hinteren, die punktierten den vorderen Träger (*a*) dar, der besonders an der Schiffseite tiefer herunterreicht. Der hintere Träger reicht nicht so tief, um das aus dem Rade nach hinten austretende Wasser nicht zu behindern.

1) Aus Suppan a. a. O.

Der Schiffskörper wird durch die Anbringung von Seitenrädern in seiner Form nicht beeinflußt. Bug und Heck können daher beliebig feine Formen erhalten, wie sie dem geringsten Widerstande und der besten Steuerfähigkeit entsprechen. In der Regel wählt man Keilformen. Diese Schiffe zeigen stets eine gute Steuerfähigkeit und verhältnismäßig gute Nutzleistung, weil das Wasser leicht in die Räder eintritt und ohne Hindernis wieder austritt. Auch die Rückwärtsbewegung erfolgt ohne Schwierigkeit.

Eine Eigentümlichkeit bleibt zu bemerken: Wenn der Widerstand z. B. infolge schweren Anhangs so groß wird, daß das Schiff sich kaum vorwärts bewegt, dann tritt durch das Arbeiten der Schaufeln an den Seiten des Schiffes eine Wasserspiegelsenkung ein. Infolgedessen tauchen bei geringem Tiefgang die Schaufeln nicht mehr vollständig ein und die Leistung nimmt schnell ab.



Abb. 317. Heckraddampfer für den Kongo.

Das Heckrad ist schon vor etwa 100 Jahren besonders in Kanälen und anderen schmalen Wasserstraßen angewendet worden (S. 90). Aber es bewährte sich nicht, weil weder die Steuerfähigkeit noch die Nutzleistung befriedigten. Auf Kanälen führten außerdem die Wellen starke Beschädigungen der Ufer herbei. Um das Rad auf den Verlängerungen der Bordwände lagern zu können, muß das Heck eine genügende Breite, also große Völligkeit haben. Dadurch wird der Zufluß des Wassers zu dem meistens hinter dem Rade an einem besonderen Ausbau befestigten Ruder erschwert. Ferner vermehrt das breite, völlig gebaute Heck den sogenannten »Sog«, d. h. die Menge des von jedem fahrenden Schiffe mitgeschleppten Wassers. Die eintauchenden Schaufeln treffen daher den sogenannten Vorstrom, also auf Wasser, das bereits eine gewisse Geschwindigkeit in der Bewegungsrichtung des Schiffes besitzt, und der Schlüpf wird größer, die Nutzleistung geringer. Infolge der Wirkung der Schaufeln wird ferner das Wasser unter dem Heck fortgezogen, wodurch

dieses nach unten sinkt. Bei sehr seichtem Fahrwasser »saugt das Schiff sich fest«. Außerdem ist die Rückwärtsbewegung, abgesehen von der schlechten Steuerfähigkeit, dadurch behindert, daß das von den Schaufeln gegen die gekrümmte Heckwand geworfene Wasser schwer austreten kann.

Erst seit etwa 20 Jahren wurden wieder neue Versuche mit dem Heckrade gemacht, um geeignete Kraftschiffe für schmale Flußläufe mit geringer Wassertiefe, namentlich auch für ungeregelte Flüsse in außereuropäischen Ländern zu gewinnen. Abb. 317 zeigt ein kleines Schiff mit Heckrad. Es ist 1898 von Cockerill in Seraing für den Kongo erbaut worden. Das Rad ist mit 10 festen Schaufeln aus Holz versehen. Das Steuerruder befindet sich zwischen dem Heck und dem Rade, also vor dem letzteren.

Für die Kolonien sind in England, Frankreich, Belgien und auch in Deutschland eine große Zahl ähnlicher Schiffe, selbst als Kanonenboote, hergestellt worden[1]). Sie haben den Vorteil der Einfachheit, können auch leicht in zerlegtem Zustande (in zwei bis vier Stücken) in großen Seeschiffen über das Meer befördert und an Ort und Stelle zusammengestellt werden. Man hat sie zuweilen mit verstellbaren oder auswechselbaren Schaufeln ausgerüstet, damit die Höhe der Schaufeln und ihre Eintauchung nach dem Tiefgang des beladenen oder unbeladenen Schiffes eingerichtet werden kann.

Während die Heckradschiffe auch in Amerika eine ziemlich große Verbreitung fanden, konnten sie sich in Europa schwer einbürgern. Man baute sie hier mit festem Radkasten aus Blech und brachte an dessen Hinterseite das Steuerruder an, das zuweilen noch durch ein zweites Ruder zwischen Rad und Heck unterstützt wurde. Aber die außen liegenden Kurbeln der Radwelle und die oft ganz freiliegenden Schubstangen der Maschine blieben häufigen Beschädigungen ausgesetzt. Ferner wurde der Schiffskörper durch die hinten liegenden Maschinen und das schwere Rad, besonders wenn man es mit beweglichen, gekrümmten Schaufeln aus Stahlblech herstellte, sehr ungünstig auf Durchbiegung beansprucht und verlangte kräftige Längsversteifungen, die wieder das Gewicht und die Tauchtiefe vergrößerten.

Eine erhebliche Verbesserung der Bauart wurde erst dadurch erreicht, daß man nicht ein, sondern zwei Heckräder anordnete, zwischen denen man den Schiffskörper schwanzartig hindurchführte. Dieser Schwanz gab der Radwelle gute Lagerung und günstigere Gelegenheit für die Anordnung der Kurbeln der Maschine, die jetzt in die Mitte des Schiffes verlegt werden konnte. Auch wurde dadurch am Hinterende des Schwanzes ein fester Rudersteven möglich.

In den Abb. 318 und 319 ist die Anordnung der Heckräder bei einem 1899 gebauten Elbe-Schleppdampfer von 300 Pferdestärken dargestellt, der bei 40 m Länge, 7,8 m Breite und 2,1 m Höhe einen Tiefgang von 0,85 m hat. Der Schwanz hat eine Breite von 2,5 m und bietet

1) Wahl, Benutzung der natürlichen Wasserstraßen mit geringer Tauchtiefe. Bericht zum 8. Internat. Schiff.-Kongreß. Paris 1900. Auch Liebrechts (Embarcations à vapeur pour la navigation en eau peu profonde) machte dem Düsseldorfer Kongreß 1902 die Mitteilung, daß sich diese Schiffe auf dem oberen Kongo gut bewähren.

genügend Raum für die 3 Kurbeln der Dreifach-Expansionsmaschine und für 2 Wellenlager, während 2 weitere Lager ausgekragt sind. Die Räder von 2,7 m äußerem Durchmesser sind mit 7 beweglichen Schaufeln von 2,35 m Länge und 0,65 m Breite versehen und an den beiden äußeren Bordwänden nochmals gelagert. Die exzentrischen Scheiben zur Bewegung der Schaufeln sind auf der inneren Seite der Räder nahe an den Wänden des Schwanzes angeordnet. Die Radkasten reichen über Deck bis zur Höhe der Reling und sind in dieser Höhe querschiffs durch ein Oberdeck verbunden. Der Schwanz ist hinter den Kurbellagern nach hinten verlängert, um dort etwas mehr Wasserverdrängung zu gewinnen. Zum gleichen Zweck hat man

Heckrad-Anordnung eines Elbeschleppers, Abb. 318 und 319. 1 : 120.

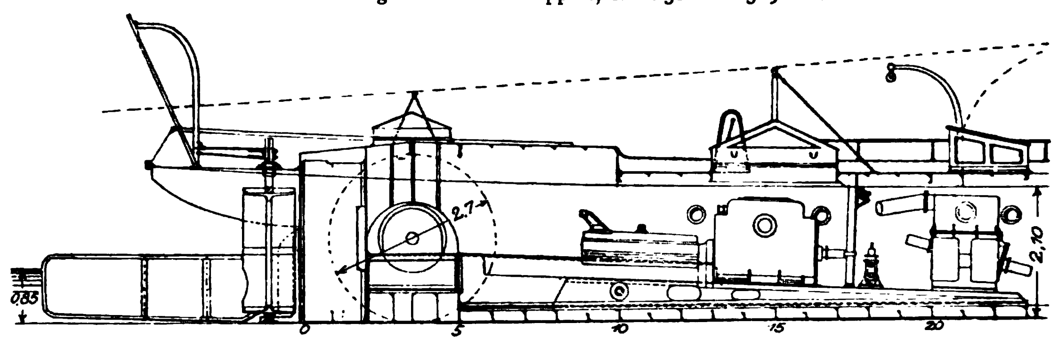


Abb. 318. Längsschnitt.

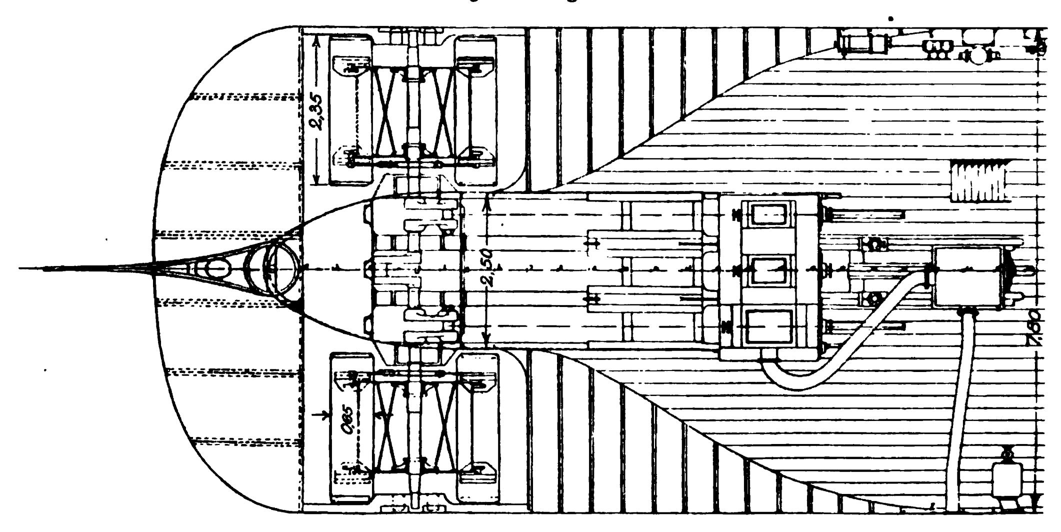


Abb. 319. Grundriß.

ein »Schwimmruder« angeordnet, dessen Schaft und Blatt aus wasserdicht genieteten Blechkörpern besteht. Der Schaft ist ein Blechzilinder von 0,8 m Durchmesser, durch den der eigentliche Schaft, d. h. die Drehwelle hindurchgeführt, oben und unten fest gelagert und gut gegen Auftrieb gesichert ist. Ähnlich ist auch der hintere Teil des Ruderblatts ausgebildet.

Diese (zuweilen auch bei Raddampfern angewandte) Form des Ruders hat sich nicht sehr bewährt, weil es schwer zu handhaben ist und leicht ein Leck bekommt. Der Gewinn an Wasserverdrängung ist auch nicht erheblich; selbst wenn man dem Ruderblatt eine sehr völlige Form bis nach hinten zu gibt, erreicht man nur 3 bis 4 t. Man ist neuerdings davon abgegangen und gibt dem Ruder und dem Heck meistens die in den Abb. 320 und 321 dargestellte

Anordnung. Dies ist eine Ausführung aus dem Jahre 1909. Das Schiff ist 50 m lang, 8 m breit, 2,15 m hoch und hat 0,9 m Tiefgang bei 500 Pferdestärken. Die Radkasten ragen oben noch über das Deck des erhöhten Maschinenraums hinaus. Die Räder haben einen äußeren Durchmesser von 3,1 m. Ihre inneren Wellenlager werden nicht mehr ausgekragt, so daß sie außerhalb des Maschinenraums liegen, sondern der letztere wird durch zwei in das Innere der Räder hineingebaute Erker (*b*) erweitert, so daß die Wellenlager unmittelbar neben den Kurbeln im Maschinenraum selbst liegen. In den Abb. 322 bis 324 sind die Anordnungen der Radkasten und der Räder dargestellt, wie sie im Jahre 1910 für einen Schleppdampfer von 715 Pferde-

Heckrad-Anordnung eines Oderschleppers, Abb. 320 und 321. 1 : 150.

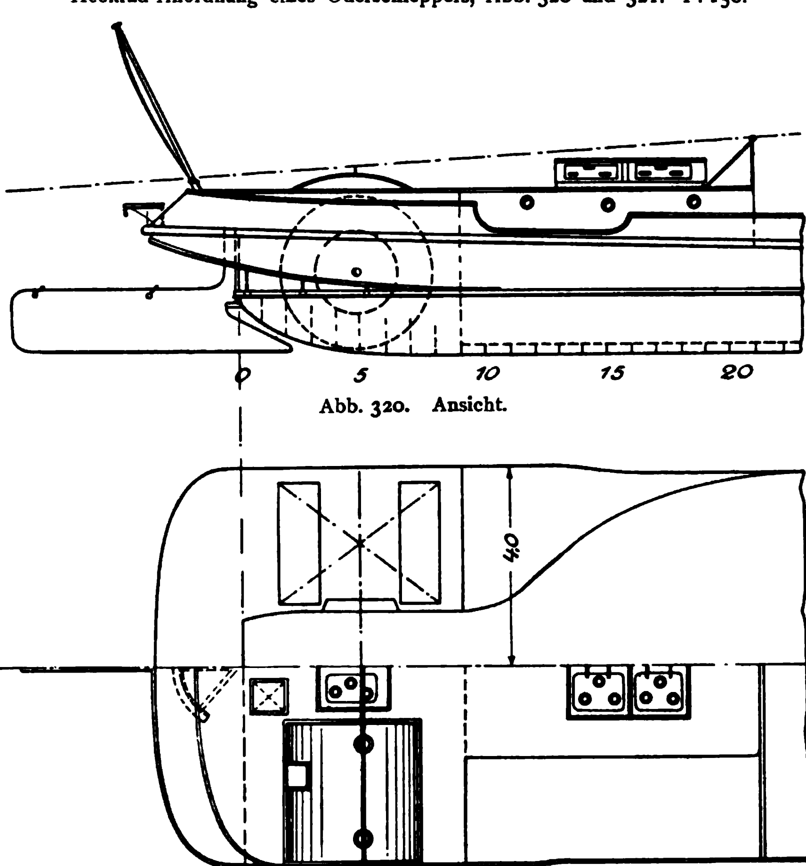


Abb. 320. Ansicht.

Abb. 321. Grundriß.

stärken auf der Werft von Cäsar Wollheim in Breslau ausgeführt wurden. Bei Spant *O* ist ein starker Träger querschiffs angeordnet, an dem nach hinten zu das übergebaute Heck und das Steuerruder (bei *a*) befestigt ist, während er nach vorn an seinen beiden Enden die Seitenträger unterstützt, die in der Flucht der Bordwände die Radkasten und die Außenlager der Radwelle tragen.

Den Heckrädern bei neueren Schleppdampfern gibt man 40 bis 45 Umdrehungen je Minute.

In neuester Zeit (1911) hat man auf der Weser dem Schwanz des Hinterschiffs eine etwa doppelte Breite gegeben und ihn nach hinten um 6 bis 7 m

Radkasten eines Heckradschleppers, Abb. 322 bis 324. 1 : 60.

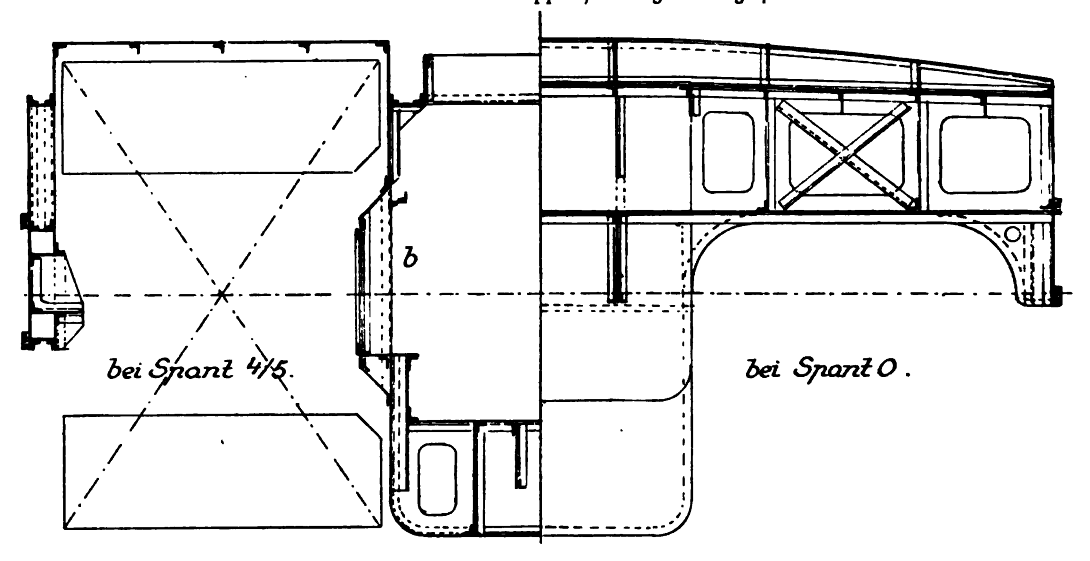


Abb. 322. Querschnitt.

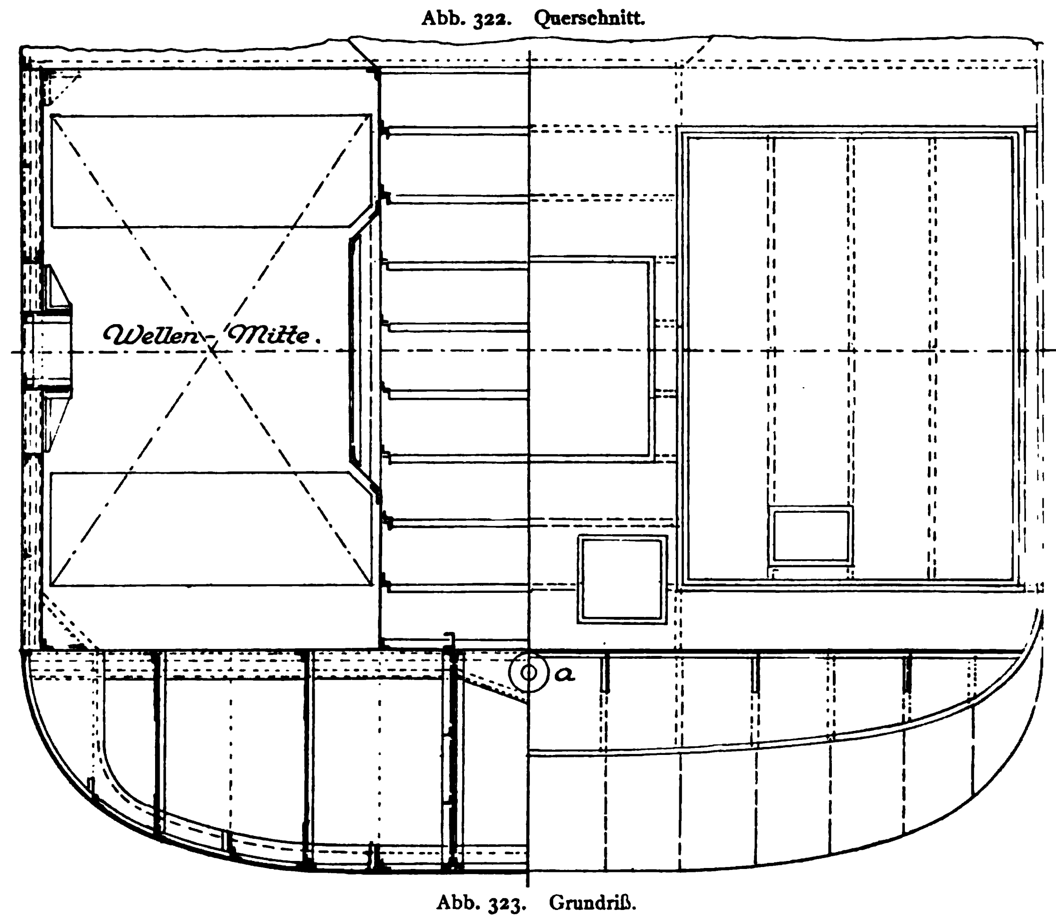


Abb. 323. Grundriß.

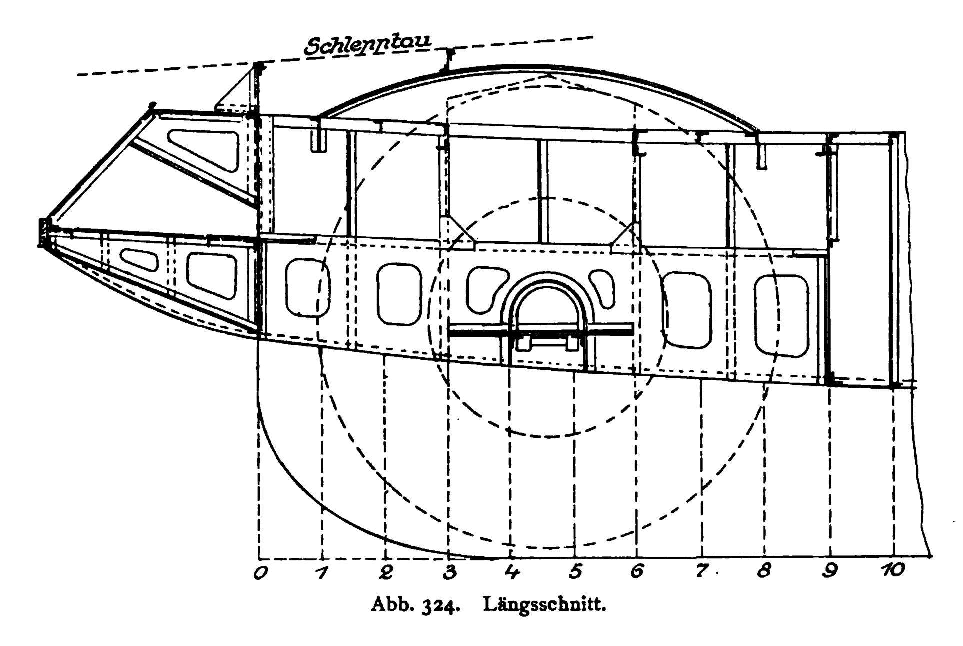


Abb. 324. Längsschnitt.

verlängert. Dadurch erreicht man die sehr erwünschte größere Wasserverdrängung am Heck; man kann die Räder dann aber vielleicht richtiger als Seitenräder bezeichnen, die am Hinterschiff befestigt sind. Es ist das eine Übergangsform. (Ein solches Schiff wird unten dargestellt und beschrieben werden.)

Schrauben. Wenn eine Schraube, d. h. eine auf einem zilindrischen Schaft angebrachte Schraubenfläche in einer Mutter oder einem weichen Körper, z. B. Holz, gedreht wird, bewegt sie sich in der Richtung der Zilinderachse je nach dem Sinn der Drehrichtung vorwärts oder rückwärts. Der bei einer Umdrehung zurückgelegte Weg oder der »Fortgang« der Schraube heißt die Steigung oder die Ganghöhe. So bewegt auch eine mit wagerechter Welle am Heck eines Schiffes unter Wasser befestigte Schraube bei der Drehung sich und das Schiff vorwärts oder rückwärts. Die Schraubenfläche gibt dem in der Richtung der Fahrt in die Schraube eintretenden Wasser eine Beschleunigung (Schlüpf), wodurch ebenso wie beim Schaufelrade eine gewisse Wassermenge zurückgeworfen wird, und der Gegendruck des Wassers in der Richtung der Welle schiebt das Schiff.

Schon im 18. Jahrhundert hat man versucht, die Schrauben zur Fortbewegung von Schiffen zu verwenden und die Franzosen schreiben die Erfindung Charles Dallery aus Amiens zu, der im Jahre 1803 Patente anmeldete, aber keinen Erfolg hatte. Dies gelang zuerst im Jahre 1829 einem Österreicher Josef Ressel in Triest. Er machte mit dem Schiffe »Civetta« von etwa 20 m Länge, 3,6 m Breite und 2 m Höhe, das mit einer Maschine von 6 Pferdestärken ausgerüstet war, eine erfolgreiche Versuchsfahrt, bei der eine Geschwindigkeit von etwa 11 km je Stunde erreicht sein soll. Die von ihm benutzte Schraube hatte 1,5 Umgänge und lag ganz unter Wasser, vor dem Rudersteven, wie man es auch heute macht. Ressel erreichte aber keinen wirtschaft-

lichen Erfolg, obwohl er sich Mühe gab, sein Patent in Frankreich und England zu verwerten. Erst im Jahre 1836 tauchte die Schraube wieder in England auf. Es wurden dort ziemlich gleichzeitig zwei Patente an F. P. Smith und an J. Ericsson verliehen.

Smith baute zuerst ein Versuchsboot von etwa 10 m Länge, 6 t Tragfähigkeit und 6 Pferdestärken, wobei er der ebenso wie von Ressel angeordneten Schraube zwei ganze Umgänge gab. Während einer Probefahrt ereignete sich der Unfall, daß etwa die Hälfte der Schraube, die aus Holz gefertigt war, abbrach und es zeigte sich, daß die Geschwindigkeit des Schiffes dadurch größer geworden war. Nach kühnen Versuchsfahrten mit diesem kleinen Schiffe an der englischen Küste im Jahre 1837 veranlaßte die Admiralität im folgenden Jahre den Bau eines großen Schiffes »Archimedes« von etwa 42 m Länge, 7 m Breite, 4,3 m Höhe und 90 Pferdestärken. Die Schraube hatte bei 3,1 m Tiefgang des Schiffes einen Durchmesser von 1,9 m, eine Steigung von 2,7 m und einen vollen Umgang (Abb. 325, a-b ist die Steigung). Das Schiff ging 1839 in See und hatte großen Erfolg, namentlich nachdem man an Stelle des einen Schraubenumgangs zwei halbe Umgänge angeordnet hatte, die auf entgegengesetzten Seiten der Nabe angebracht waren. So entstand die »zweigängige« Schraube (weil beide Teile zwei verschiedenen Schraubenflächen angehören). Die Kurbelwelle der Maschine machte 25 Umdrehungen, die durch Zahnradvorgelege angetriebene Schraubenwelle 133,5 Umdrehungen in der Minute. Es wurde eine Geschwindigkeit von 28 km je Stunde erreicht.

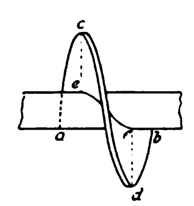


Abb. 325. Schraube von Smith 1837.

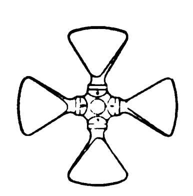


Abb. 326. »Great Britain« 1843.

Die Schraube von Smith fand in England schnelle Verbreitung. Man teilte sie bald in 4 Teile von je 1/4 Umgang, die man in derselben Ebene auf der Nabe anordnete und kam so zur »viergängigen« Schraube. Dann verkürzte man noch jeden Flügel von 1/4 auf 1/6 Umgang und so entstand allmählich die vierflügelige und viergängige Schraube, wie sie z. B. im Jahre 1843 das berühmte »eiserne« Schiff »Great Britain«, der erste Ozeandampfer mit Schraube, erhielt (Abb. 326)[1]. Die heute angewandten Schrauben sind nicht sehr verschieden davon.

Schraube von Ericsson 1836, Abb. 327 und 328.

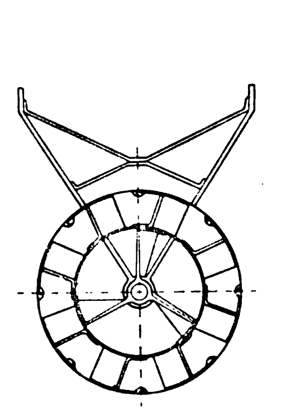


Abb. 327. Heck-Ansicht.

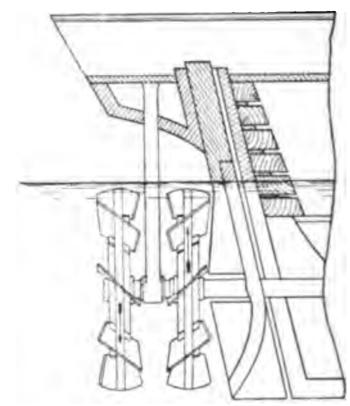


Abb. 328. Längsschnitt.

Ericsson, ein Schwede von Geburt, ging von einer anderen Bauweise aus (Abb. 327 und 328). Er ordnete zwei Schrauben hintereinander auf derselben Achse an, die sich in entgegengesetztem Sinne drehten, und zwar hinter dem Ruder. Die hintere Schraube drehte sich schneller als die vordere und beschleunigte so das von der vorderen Schraube in Bewegung

1) Vgl. Achenbach, Die Schiffschraube. Kiel. Diesem Buche sind auch mehrere Zeichnungen entnommen.

gesetzte Wasser. Jede Schraube bestand eigentlich aus einem Rade, auf dessen Umfang spiralförmig gebogene Platten befestigt waren, bei beiden Schrauben entgegengesetzt gerichtet. In England erreichte Ericsson keinen Erfolg; aber mit dem ersten größeren Schiffe, das mit seiner Schraube ausgerüstet war, begab er sich nach Amerika und dort fand seine Erfindung Beifall und Verbreitung. Im Jahre 1843 sollen schon 41 amerikanische Schiffe mit solchen Schrauben gefahren sein. Auch in Frankreich bürgerte sich diese Form ein, bis später die einfachere Anordnung von Smith sie überall verdrängte. Die Bauweise von Ericsson hat darum eine gewisse Bedeutung, weil man in neuester Zeit wieder auf den Gedanken zurückgekommen ist, zwei Schrauben auf derselben Welle in verschiedenem Sinne drehend anzuordnen, um damit eine erhöhte Leistung zu erreichen, worüber später berichtet werden wird.

Die Form der Schraube ist seit Smith teils nach Erfahrungen, teils nach Versuchen vielfach verändert worden; aber die meisten in Vorschlag gebrachten und versuchten Abänderungen haben weder zu befriedigendem Erfolge noch zu dauernder allgemeiner Verwendung geführt.

In Abb. 329 ist die einfache, mathematische oder gemeine Schraube dargestellt, wie sie im Jahre 1858 auf dem preußischen Aviso »Grille« benutzt wurde. Abgesehen davon, daß man heute alle scharfen Ecken daran abrundet, um die Reibungswiderstände zu vermindern, ist diese Form noch immer die gebräuchlichste[1]). Die wichtigsten Teile und Abmessungen einer Schraube sind: der Durchmesser, die Anzahl, Form und Stärke der Flügel, die Gangrichtung (rechts- oder linksgängig) die Ganghöhe (Steigung) sowie die Neigung und Form der Erzeugungslinie.

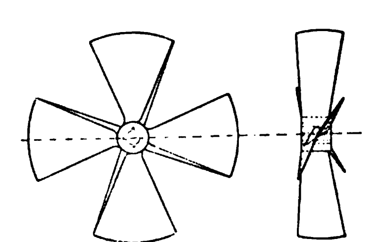


Abb. 329. Mathematische Schraube.

Der Durchmesser (D) hängt von der Tauchtiefe des Schiffes ab und sollte in der Regel nicht größer sein, wenn auch während der Fahrt das Heck gewöhnlich tiefer einsinkt und die im Ruhezustande etwas über den Wasserspiegel hervorragenden Flügelspitzen dann eingetaucht werden. Wenn die Schraube nicht ganz unter Wasser arbeitet, saugt sie Luft ein, wodurch ihre Wirkung schlechter wird. In der Binnenschiffahrt muß man in der Regel mit geringen Tauchtiefen rechnen und dadurch ist auch der Durchmesser der Schraube gegeben. Bei großem Tiefgange des Schiffes ermittelt man die angemessene Größe des Durchmessers nach Erfahrungsätzen, legt die Schraube aber möglichst tief unter Wasser, so daß die Spitzen noch 30 bis 60 cm unter dem Wasserspiegel bleiben. Zur überschläglichen Rechnung wählt man die Fläche des Schraubenkreises (der von den Flügelspitzen beschrieben wird) etwa gleich einem Drittel des eingetauchten Hauptspant-Querschnitts.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß man mit einem möglichst großen Durchmesser nicht immer die größte Wirkung erreicht; viele Versuche haben ergeben, daß man mit kleineren Durchmessern zuweilen bessere Erfolge hat.

---

1) Horace See-New-York erklärt sie in dem Bericht über den »Fortschritt in den Mitteln zur Fortbewegung der Schiffe« für den 10. Intern. Schiff.-Kongreß in Mailand 1905 für die noch immer geeignetste Form.

Wenn man die Fläche der Flügel in der Richtung der Welle auf die Schraubenkreisfläche projiziert, erhält man die projizierte Flügelfläche (Fp), die man auch als wirksame Flügelfläche bezeichnet. Der normal zu jedem Punkt des Flügels wirkende Gegendruck des Wassers zerlegt sich in eine Kraft gleichlaufend mit der Achse der Schraubenwelle und in eine senkrecht dazu gerichtete, in der Ebene der Schraubenkreisfläche wirkende Kraft, Tangentialkraft. Die erstere in der Richtung der Welle ist die Schubkraft, die das Schiff fortbewegt, und sie wächst unter sonst gleichen Umständen mit der Größe der wirksamen Flügelfläche. Die »Völligkeit« dieser Flügelfläche, d. h. ihr Verhältnis zur Schraubenkreisfläche muß umgekehrt um so größer gewählt werden, je größer der Schub und je kleiner der Schraubendurchmesser ist, also am größten bei Schleppschiffen der Binnenschiffahrt, wo sie zu 0,6 bis 0,8, zuweilen auch zu 1 wird.

Der gesamte nutzbare Schub der Schraube ist gleich dem Widerstand (W) des Schiffes und auf die Flächeneinheit der wirksamen Flügelfläche entfällt daher der Druck $p = \frac{W}{Fp}$. Die Größe von p (in kg je cm²) schwankt zwischen 0,15 und 0,53 (atlantische Schnelldampfer) und wird bei Torpedobooten selbst zu 1,1. Völlige, langsam fahrende Schiffe mit hoher Umlaufzahl haben ein kleines p, Schlepper und Güterdampfer der Binnenschiffahrt etwa 0,15 bis 0,2.

Wichtiger ist noch für die Wirkung der Schraube die Größe der abgewickelten Flügelflächen (Fa). Erfahrungsmäßig wählt man das Verhältnis zwischen der abgewickelten Gesamtflügelfläche und der Schraubenkreisfläche zu 0,39 bis 0,45, aber bei flachgehenden Schiffen mit kleinen Schrauben und besonders bei Schleppern zu 0,45 bis 0,8. Den auf die Flächeneinheit der abgewickelten Flügelfläche zulässigen Druck je cm² nimmt man zu 0,3 bis 0,9 kg an, wobei der stärkere Druck für sehr schnell fahrende Schiffe (Torpedoboote) gilt. Große atlantische Schnelldampfer zeigen einen Druck von 0,6 bis 0,7 kg.

Die Anzahl der Flügel schwankt im allgemeinen zwischen 2 und 4. Zweiflügelige Schrauben haben zwar in ruhigem Wasser einen guten Wirkungsgrad, ergeben aber ungünstige Beanspruchungen der Wellen und starke Erschütterungen des Hinterschiffs. Sie werden darum gewöhnlich nur bei kleinen Booten angewendet. Dreiflügelige Schrauben geben etwas weniger Stöße und werden namentlich bei schnell laufenden und bei Zweischraubenschiffen mit Vorliebe benutzt. Auch bei Schlepp- und Güterdampfern der Binnenschiffahrt werden sie bevorzugt. Vierflügelige Schrauben werden bei Seeschiffen fast allgemein verwendet, aber auch häufig in der Binnenschiffahrt. Sie arbeiten am ruhigsten, weil die beim Vorübergehen an dem Steven eintretenden Stöße sich gegenseitig aufheben. Ihr Wirkungsgrad soll aber etwas geringer sein als bei dreiflügeligen Schrauben.

Die Schraube kann rechtsgängig oder linksgängig sein. Wenn man hinter dem Schiffe stehend einen aufwärts gerichteten Flügel betrachtet und erkennt, daß er von hinten links (Backbord) nach vorne rechts (Steuerbord) gerichtet ist, so ist dies eine rechtsgängige Schraube. Bei einer linksgängigen ist der Flügel von hinten rechts (Steuerbord) nach vorne links (Backbord) gerichtet. Man unterscheidet an dem Flügel die »eintretende« und die »austretende« Kante. In unserem Falle liegt bei der rechtsgängigen Schraube

die eintretende Kante beim Vorwärtsgang auf der Steuerbordseite, bei der linksgängigen auf der Backbordseite. Ob man rechts- oder linksgängige Schrauben anwendet, ist für den Erfolg gleichgültig; jedoch ist die Einwirkung auf das Ruder etwas verschieden. Gewöhnlich werden rechtsgängige benutzt.

Die Form der abgewickelten Flügelfläche wird nach den Umständen und der Geschwindigkeit des Schiffes verschieden gewählt. Im allgemeinen gibt man namentlich bei tief gehenden Schiffen dem Flügel eine nahezu

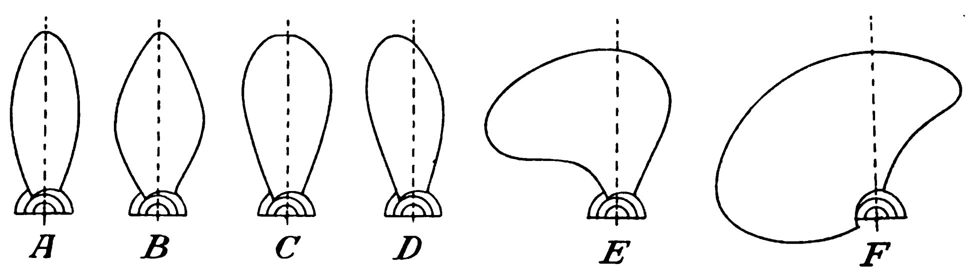


Abb. 330. Formen der Schraubenflügel.

elliptische (Blatt-) Form (Abb. 330, *A*). Die mittlere Breite darf in der Regel nicht zu groß sein, weil die Reibungswiderstände (des Wassers) mit der Größe der Flügelfläche zunehmen. Sie sind am Umfang infolge der größeren Geschwindigkeit größer als an der sogenannten Wurzel des Flügels, an der Nabe. Andererseits sind die Flügelteile nahe der Wurzel aber unwirksamer. Zuweilen, namentlich bei Kriegschiffen, wird die Flügelbreite nach dem Umfange, der Spitze zu, stark verkleinert und zugeschärft (*B*), wodurch die Flügelspitzen weniger Druck bekommen und weniger leicht zerbrechlich werden. Umgekehrt werden, namentlich bei langsamer laufenden Schiffen, die Flügelflächen nach dem Umfang zu verbreitert (*C*), weil sie trotz des vermehrten Reibungswiderstandes auf diese Weise wirksamer werden. Häufig wird neuerdings eine Verkleinerung der Flügelfläche an der eintretenden Kante und eine entsprechende Vergrößerung nach der austretenden vorgenommen, was man die »Beschneidung« des Flügels nennt (*D*). Bei flach gebauten, langsam gehenden Schiffen von verhältnismäßig großer Maschinenleistung ist man wegen der beschränkten Größe des Schraubendurchmessers zu einer bedeutenden Verbreiterung der Flügelfläche nach dem Umfange zu gekommen (*E*). Versuche von Sachsenberg haben für solche Formen bei Schleppschiffen günstige Wirkungsgrade ergeben. Bei Schleppschiffen und Güterschiffen von sehr geringem Tiefgang haben sich die noch mehr ver-


Abb. 331. Abb. 332.
Schrauben für langsam fahrende Binnenschiffe.

breiterten Formen (F) in der Binnenschiffahrt gut bewährt. Sie zeigen große Völligkeit und werden in der Regel dreiflügelig angeordnet (Abb. 331 u. 332). Für Schnellfahrten sind sie ganz ungeeignet.

Bauart und Baustoff der Flügel sind gleichfalls von Wichtigkeit für den Wirkungsgrad der Schraube. Die hintere Fläche der Flügel, die sogegenannte Druckfläche, wird bis jetzt in der Regel als Hauptfläche angesehen und meistens als genaue Schraubenfläche besonders gut hergestellt. Die vordere Fläche ist dann keine Schraubenfläche, weil die Dicke des Flügels von der Nabe zur Spitze allmählich abnimmt. Diese Dicke oder Stärke des Flügels muß so bemessen werden, daß sie den angreifenden Kräften (Drehmoment und Fliehkraft) widersteht und richtet sich nach dem verwendeten Baustoff. Je dünner die Flügel gehalten werden, um so geringer sind die Widerstände. Am besten ist also Bronze (Phosphorbronze, Manganbronze, Spezialbronze der Marine). Doch verwendet man auch Stahlguß (für Eisbrecher und Schlepper), geschmiedeten Stahl und Gußeisen. Der letzte Stoff wird am häufigsten benutzt, weil er billig ist und beim Aufschlagen der Schraube den Vorteil bietet, daß wohl leicht ein Flügel abbricht, die kostbarere Welle aber unbeschädigt bleibt. Am besten ist graues, weiches Gußeisen, dem man zuweilen einen Zusatz von Stahlspähnen gibt (»Spezialeisen«). Zur Verminderung der Reibungswiderstände ist es von Bedeutung, daß die Flügelflächen sauber und glatt bearbeitet werden. Bronzeflügel pflegt man neuerdings zu polieren. Die Kanten der Flügel, namentlich die eintretenden, müssen zur Verminderung der Widerstände so scharf wie zulässig gemacht werden.

Die Flügel werden entweder an die Nabe angegossen oder angeschraubt oder angenietet. Das erste ist namentlich bei den kleineren Schrauben der Binnenschiffahrt üblich, wenn sie einheitlich aus Guß hergestellt werden. Bei großen Seeschiffen werden die Flügel angeschraubt, was den Vorteil bietet, einen etwa abgebrochenen leicht erneuern und unter Umständen allen eine andere Stellung zur Nabe, also eine andere Steigung geben zu können. Zweiflügelige Schrauben für Boote werden zuweilen mit beweglichen Flügeln versehen, deren Steigung man während der Fahrt beliebig verändern und so umstellen kann, daß der Vorwärtsgang des Schiffes in Rückwärtsgang übergeht, ohne daß die Welle eine andere Drehrichtung annimmt.

Angenietet werden oft die Flügel von der Form E und F bei langsam fahrenden Schiffen auf seichten Binnenwasserstraßen. Diese Flügel sind gewöhnlich aus Stahlblech (Flußeisen) hergestellt, und man befestigt sie durch Niete an besonderen Lappen der aus Stahlguß oder Gußeisen gefertigten Nabe. Solche zuerst von R. Wolf in Buckau-Magdeburg in den Handel gebrachten Schrauben bieten den Vorteil, daß die Flügel widerstandsfähig sind und, falls sie sich beim Aufschlagen verbiegen, leicht wieder in die richtige Form gebracht werden können. Sie erfreuen sich besonders auf den seichten östlichen deutschen Wasserstraßen großer Verbreitung, zumal sie unter sonst

gleichen Umständen einen größeren Wirkungsgrad zeigen, der vielleicht auf die gleichmäßige und verhältnismäßig geringe Blechstärke der Flügel zurückzuführen ist (Abb. 333).

Die Steigung der Schraube (H) wird im Verhältnis zum Schraubendurchmesser bestimmt. Das »Steigungsverhältnis« $\left(\frac{H}{D}\right)$ wird meistens nach der Erfahrung festgesetzt und schwankt im allgemeinen zwischen 0,9 und 1,5. Für kleine Schrauben unter 2 m Durchmesser und mäßige Umdrehungszahlen wählt man 1,3 bis 1,5, bei kleinen, schnell fahrenden Booten etwa 1,2. (Große atlantische Schnelldampfer haben 0,6 bis 0,7.) In der Binnenschiffahrt wählt man gewöhnlich für Güterschiffe das Verhältnis zu 1 bis 1,1, für Schleppschiffe zu 1,2 bis 1,3.



Abb. 333. Prüfung von Schrauben bei Wolf in Buckau.

Bei der gewöhnlichen, einfachen Schraube hat die mathematische Schraubenfläche eine unveränderliche Steigung, d. h. die von den einzelnen Punkten beschriebenen Schraubenlinien haben dieselbe Steigung. Um einen besseren Wirkungsgrad zu erreichen, läßt man die Steigung im Verhältnis zu der dem Wasser erteilten Beschleunigung zunehmen, was besonders bei den verhältnismäßig breiten Flügeln der Binnenschiffahrt vorteilhaft ist, wo die einzelnen Wasserteilchen einen beträchtlichen Weg an der Fläche entlang machen und erhebliche Reibungsverluste erleiden. Die Steigung kann entweder in der Richtung von der Nabe zum Umfang zunehmen, radial veränderliche Steigung, oder von der Eintrittskante zur Austrittskante, axial oder peripherial veränderliche Steigung. Neuerdings läßt man bei veränderlicher Stei-

gung diese gewöhnlich nach beiden Richtungen hin wachsen. Solche Flügel haben dann keine richtigen Schraubenflächen mehr. Über den Wert der veränderlichen Steigung stimmen die Ansichten noch nicht ganz überein.

Die Erzeugungslinie (oder Erzeugende) einer mathematischen Schraubenfläche ist gerade und steht senkrecht zur Schrauben- und Wellenachse (Abb. 334, *A*). Die so gebauten, gewöhnlichen Schiffschrauben werden in der Binnenschiffahrt am häufigsten angewendet, besonders bei Schiffen, die möglichst

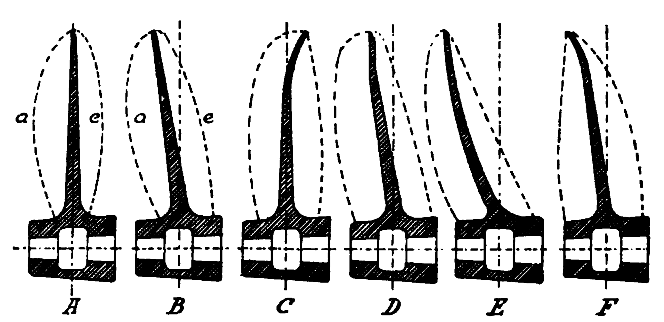
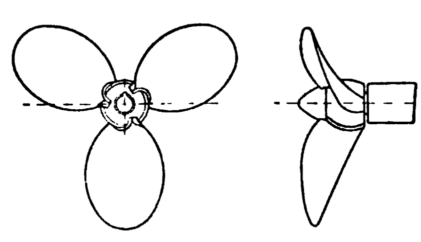


Abb. 334. Schrauben mit verschiedenen Erzeugungslinien.

gleich gut vorwärts und rückwärts fahren sollen (Schlepper, Hafendampfer, Fährschiffe). Wenn es auf besondere Schnelligkeit in längerer Fahrt ankommt, gibt man der Erzeugungslinie eine kleine Neigung nach hinten (*B*), um das mitgerissene, durch die Fliehkraft nach außen geschleuderte Wasser mehr nach hinten zu werfen und dadurch den Wirkungsgrad zu erhöhen. Dieser Neigungswinkel nach hinten beträgt gewöhnlich etwa 8°, bei Schiffen mit großen Geschwindigkeiten bis 15° (bei Torpedobooten bis 25°). Bei einzelnen Schrauben hat man gekrümmte oder geknickte Erzeugungslinien in verschiedener Art verwendet. Bei der Griffith-Schraube (1860) ist die Erzeugende nach vorn gekrümmt (*C*), und in ähnlicher Weise ist eine von den Schiffswerften in Roßlau und Übigau für Flußschiffe benutzte Form (*D*) durch eine geneigte und an der Spitze nach vorne geknickte Erzeugungslinie gebildet. Beiden Formen liegt die Absicht zugrunde, dem der Schraube zuströmenden Wasser eine gewisse Führung zur Druckfläche zu geben. Die Thornycroft-Schraube (1870) hat eine in der Achsenebene gekrümmte Erzeugende (*E*). Sie wird bei schnell laufenden Schiffen, z. B. bei Torpedobooten, gern angewendet (Abb. 335). Zuweilen gibt man der geraden, nach hinten geneigten Erzeugungslinie nach dem Umfang zu eine stärkere Krümmung nach hinten, wie bei *F* dargestellt (von Klawitter-Danzig).


Abb. 335. Thornycroft-Schraube.

Für schnell fahrende Schiffe ist heute die Zeise-Schraube beliebt geworden. Sie hat eine schwach nach hinten gekrümmte Erzeugungslinie (ähnlich wie die Thornycroft-Schraube) und eine vom Umfang zur Nabe, radial, zunehmende Steigung, um den Druck mehr nach der Nabe hin zu

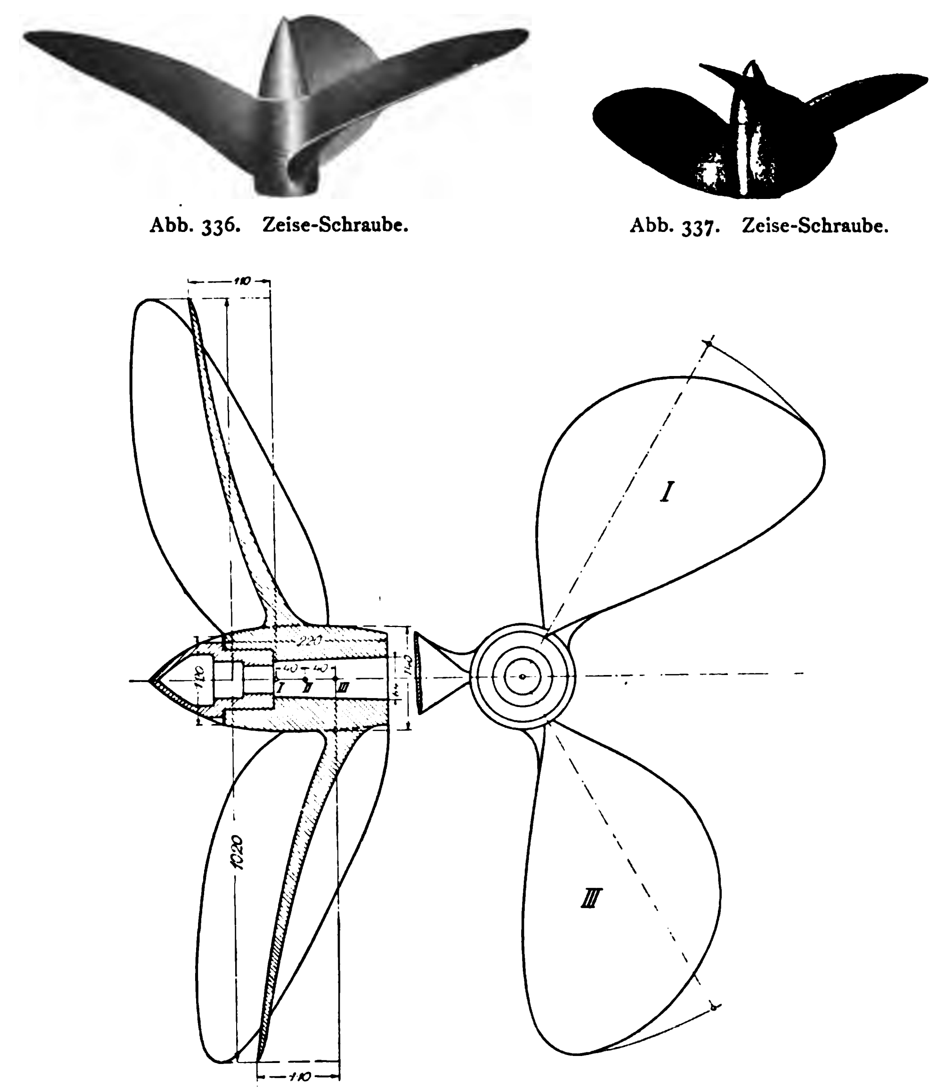


Abb. 336. Zeise-Schraube.

Abb. 337. Zeise-Schraube.

Abb. 338. Niki-Zeise-Schraube 1 : 10.

verlegen. Die Wandstärke der meistens aus Bronze hergestellten Flügel ist verhältnismäßig gering, wodurch die Schraube leicht wird. Die projizierte Flügelfläche zeigt eine geringe Völligkeit (Abb. 336 u. 337). Man hat mit dieser Schraube recht gute Wirkungsgrade erzielt.

Die Niki-Schraube ist eine Erfindung des Großherzogs Friedrich August von Oldenburg. Es lag hierbei die Absicht vor, den bei Schrauben mit hoher Umlaufzahl und starkem spezifischem Druck auf der projizierten Flügelfläche ($p = 1$ kg je cm^2 und mehr) eintretenden Übelstand der sogenannten »Kavitation« zu vermeiden, d. h. die Bildung von Hohlräumen, Lufträumen an der Saugfläche der Flügel nahe der Nabe. Solche Hohlräume entstehen durch



Abb. 339. Niki-Zeise-Schrauben eines Zweischraubenschiffs (links und rechtsgängig).

ungenügenden Wasserzufluß zur Schraube und verringern in hohem Maße ihre Wirkung. Bei der Niki-Schraube sind die Wurzeln der Flügel nicht wie sonst in derselben zur Achse senkrechten Ebene angeordnet, sondern in der Richtung der Achse gegeneinander versetzt, so daß sie nacheinander eingreifen. In Abb. 338, die wie Abb. 339 dem Werke von Achenbach entnommen ist, kann man deutlich erkennen, wie die drei Flügel um je 40 mm gegeneinander versetzt sind. Die Wurzeln sind auf einer Schraubenlinie angeordnet. Im übrigen sind die Flügelflächen nebst Steigung u. dgl. nach Zeises Patent angeordnet, so daß man diese Art von Schrauben »Niki-Zeise« nennt. Abb. 339 zeigt ein Lichtbild von einer links- und einer rechtsgängigen Schraube, die auf einem kleinen Doppelschraubendampfer der Nordsee benutzt werden. Aus der Abb. 340 erkennt man deutlich den Unterschied gegen die Zeise-Schraube (Abb. 336) und die Thornycroft-Schraube (Abb. 335).

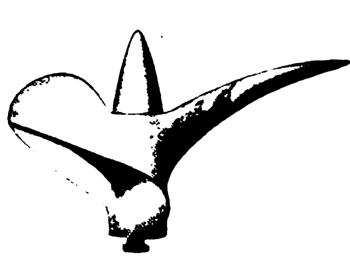


Abb. 340. Niki-Zeise-Schraube.

Bei den angestellten Versuchen und auf längeren Fahrten hat sich herausgestellt, daß mit diesen Niki-Zeise-Schrauben, besonders bei kleinen Durchmessern und großen Umlaufzahlen, höhere Geschwindigkeiten und Wirkungsgrade als mit anderen guten Schrauben erreicht werden. Ferner werden die Entstehung von Hohlräumen, das Niedersaugen des Hecks und die Erschütterung des Hinterschiffs bedeutend vermindert. Die Anbringung von

solchen Schrauben an alten Schiffen wird durch die um etwa ein Drittel längere Nabe etwas erschwert. Für Güter- und Schleppschiffe der Binnenschiffahrt sind diese Schraubenformen nicht geeignet.

Der Schlüpf (Rücklauf, Slip) der Schraube ist nach der allgemeinen Gleichung 5 (S. 438):

$$s = \frac{u-v}{u},$$

worin v die Geschwindigkeit des Schiffes und u die Geschwindigkeit der Schraube, d. h. ihren Fortgang je Sekunde bedeuten. Abweichend von der Erscheinung bei den Seitenrädern ist bei der Schraube zu beachten, daß sie hinter dem Schiffe stets in dem »Vorstrom« arbeitet, also in dem von dem Schiffshinterteil mitgerissenen Wasser, das bereits eine gewisse Geschwindigkeit in der Richtung der Fahrt besitzt. Über diese Erscheinung ist schon bei dem Heckrade (S. 450) gesprochen worden.

Der Unterschied der Geschwindigkeit des Wasserstroms beim Eintritt in die Schraube und beim Austritt, also der wirkliche oder tatsächliche Schlüpf, ist mithin größer als der nach der vorstehenden Gleichung berechnete sogenannte scheinbare Schlüpf. Wenn v^1 die Geschwindigkeit des Vorstroms bedeutet, ist der wirkliche Schlüpf:

$$s^1 = \frac{u-(v-v^1)}{u}.$$

Bei langsam fahrenden großen Schiffen ist der Vorstrom zuweilen sehr bedeutend und es kann vorkommen, daß der bei der Fahrt berechnete scheinbare Schlüpf zu Null und unter Umständen sogar negativ wird. Daher die Bezeichnung »scheinbar«. Der wirkliche Schlüpf kann nach der allgemeinen Erörterung (S. 438) selbstverständlich nie zu Null werden, weil dann keine Fortbewegung mehr stattfände. Der wirkliche Schlüpf gibt also an, um wie viel die Schraube im Vorstrom zurückgleitet. Der Wert von v^1 ist schwer zu ermitteln. Wilda gibt in seinem Buche über Schiffsmaschinen Erfahrungsformeln an, die aus der Völligkeit des Schiffes hergeleitet sind. Bei kleinen Schiffen mit schlanken Formen soll $v^1 = 0{,}12$ bis $0{,}2 \cdot v$ sein. Übrigens ist v^1 an der Oberfläche des Wassers und nahe am Schiffe größer als tiefer unter Wasser und weiter nach hinten. Auch ist v^1 größer bei Einschrauben- als bei Zweischraubenschiffen. Zur Berechnung wird der wirkliche Schlüpf, der am günstigsten zwischen 0,15 und 0,2 m liegt, nicht benutzt, sondern nur der scheinbare. Wenn n die Zahl der Umdrehungen der Schraube je Minute bedeutet und H die Steigung, so bestehen die Gleichungen

$$u = \frac{n \cdot H}{60} \text{ und da ferner } u = \frac{v}{1-s}, \text{ so ist:}$$

$$H = \frac{60 \cdot v}{n(1-s)} \text{ und } v = \frac{n \cdot H}{60}(1-s) \text{ und } s = 1 - \frac{60 \cdot v}{n \cdot H}.$$

Die Größe des Schlüpfs hängt somit von $n \cdot H$ ab und nimmt mit wachsendem Wert von $n \cdot H$ zu. Sie wächst ferner mit der Schärfe des Hinterschiffs, nimmt dagegen im allgemeinen ab mit wachsendem Schraubendurchmesser und mit tieferer Lage der Schraube unter Wasser. Vor allem nimmt der Schlüpf mit dem Schiffswiderstande zu und schwankt in weiten Grenzen zwischen 0,1 und 0,5. Gut gebaute Schiffe sollen mindestens einen Schlüpf von 0,1 haben.

Scharf gebaute Kriegschiffe und atlantische Schnelldampfer haben einen Schlüpf von 0,14 bis 0,2, kleine scharf gebaute Schiffe von 0,2 bis 0,3, flach gehende, langsam fahrende Güter- und Schleppschiffe auf Binnenwasserstraßen von 0,35 bis 0,45 und bis 0,5.

Bei langsamer und mittlerer Fahrt ist der Schlüpf verhältnismäßig am kleinsten und wächst bei weiterer Ab- oder Zunahme der Geschwindigkeit. Beim Schleppen auf engbegrenzten, seichten Binnenwasserstraßen wächst der Schlüpf bei schwerem Anhang bis zu 0,7 und 0,8 und mehr, bis die Geschwindigkeit fast zu Null wird.

Die Umlaufzahl n (je Minute) nimmt im allgemeinen mit wachsendem Schraubendurchmesser ab. Sie schwankt in weiten Grenzen zwischen 70 und 80 bei den größten atlantischen Schnelldampfern und 300 bis 350 bei Torpedobooten. Neuere Turbinendampfer machen sogar 650 Umdrehungen. In der Binnenschiffahrt sind für langsam fahrende Schiffe mit verhältnismäßig starken Maschinen 180 bis 200 Umdrehungen angemessen, für Personenschiffe und Barkassen 200 bis 300.

Bei großen Schrauben ist darauf zu achten, daß die Umfangsgeschwindigkeit der Flügelspitzen nicht zu groß wird. Nach Wilda soll sie höchstens gleich der dreifachen Schiffsgeschwindigkeit sein. Bei Kriegschiffen findet man aber Geschwindigkeiten bis 45 m, bei Torpedobooten bis 60 m. Dagegen schwankt die Umfangsgeschwindigkeit bei großen Seedampfern im allgemeinen zwischen 14 m und 30 m.

Der Wirkungsgrad der Schraube, also das Verhältnis der Nutzleistung des Schiffes (der zur Überwindung des gesamten Schiffswiderstandes W mit der Geschwindigkeit v geleisteten Arbeit $N_n = W \cdot v$) zu der von der Maschine an der Welle abgegebenen Leistung (der nutzbaren Maschinenleistung N_m) beträgt bei den besten Schrauben 0,65 bis höchstens 0,75. Genaue Messungen sind übrigens schwierig, weil sich die Widerstände nicht genau ermitteln lassen. Bei flach gehenden Schiffen der Binnenschiffahrt in begrenztem Fahrwasser kann man den Wirkungsgrad nur zu 0,5 bis 0,55 annehmen und er sinkt bei geringer Wassertiefe unter dem Schiffe und bei Barkassen mit hoher Umlaufzahl bis 0,45 und darunter.

Wie bei den ältesten Schrauben ist man auch zu den jetzt gebräuchlichen und beliebten Formen nur durch Versuche und Erfahrungen geleitet worden und man ist noch immer bestrebt, neue Formen zu erfinden, die einen besseren Wirkungsgrad geben. Wie wir gesehen haben, hängt dieser zunächst vom Schlüpf, vom Steigungsverhältnis im Zusammenhange mit der Umlaufzahl, sowie von der Form, der Völligkeit und der Art der Befestigung der Flügel an der Nabe ab. Ferner sind die Form des Hinterschiffes und die Befestigungsweise der Schraube an ihm von großer Bedeutung.

Wir wissen, daß der Wirkungsgrad einer Schraube unter sonst gleichen Umständen

1. bei einem gewissen Steigungsverhältnis $\left(\frac{H}{D}\right)$ seinen größten Wert erreicht und bei Zu- oder Abnahme von $\frac{H}{D}$ kleiner wird,

2. bei einem gewissen Schlüpf ebenso seinen größten Wert erreicht und mit zu- oder abnehmendem Schlüpf kleiner wird,

3. auch bei einer gewissen Umlaufzahl (oder Fortgangsgeschwindigkeit) seinen größten Wert erreicht und mit wachsender Umlaufzahl nur wenig abnimmt und

4. bei gleicher Umlaufzahl und abnehmender Schiffsgeschwindigkeit schnell abnimmt, z. B. bei einem Schlepper mit schwerem Anhange. Wenn die Geschwindigkeit angenähert zu Null wird, erreicht der Schub (und auch das Drehmoment) den höchsten Wert. (Dieser Fall tritt z. B. ein, wenn man die Zugkraft eines Schleppers an einem festen Pfahl prüft.) Aus neueren Versuchen hat sich ergeben, daß in diesem Falle (der gleichen Umlaufzahl) mit wachsender Schiffsgeschwindigkeit der Schub etwa nach dem Gesetz einer geraden Linie abnimmt.

Es ist darum nicht auffallend, wenn es der Wissenschaft bisher weder gelungen ist auf theoretischem[1]) Wege das Zusammenwirken dieser verschiedenen Faktoren zu ergründen und in mathematische Formen zu fassen, noch aus den Ergebnissen der sehr zahlreichen Versuche im großen und im kleinen einen befriedigenden gesetzmäßigen Zusammenhang zu erkennen und mit Erfahrungsbeiwerten in allgemein brauchbare Formeln zu bringen. In jüngster Zeit sind jedoch bemerkenswerte Fortschritte gemacht worden, namentlich durch Modellversuche unter Beihilfe von Lichtbildaufnahmen. Bei diesen Versuchen hat man zunächst die Wirkung der Schrauben allein, ohne Verbindung mit Schiffen, untersucht, um die durch den Vorstrom eintretenden verwickelten Erscheinungen auszuschalten. Flamm und Gebers haben z. B. festgestellt, daß der Wasserspiegel über der Schraube stets eine Einsenkung zeigt, woraus man schließen kann, daß die Schraube zum großen und vielleicht zum größten Teil saugend wirkt und nicht nur drückend, wie bisher angenommen wurde. Daraus würden sich auch noch andere Erscheinungen erklären lassen.

Die Befestigung der Schrauben am Schiffskörper wird bei Einschraubenschiffen in der Regel so angeordnet, daß die Schraube sich unmittelbar vor dem Rudersteven bewegt. Durch den das Ruderblatt treffenden Schraubenstrom wird die Steuerfähigkeit begünstigt; die Einwirkung der Schraube auf das Ruder ist aber bei rechts- und linksgängigen Schrauben verschieden.

Bei dem in Fahrt befindlichen Schiffe wirft eine rechtsgängige das Wasser schräg nach hinten gegen das Ruderblatt und zwar von links nach rechts in dem oberen und von rechts nach links in dem unteren Viertel ihres Kreislaufs. Da die Wirkung der unteren Stromfäden größer ist, erfährt ein Ruder mit rechteckig geformtem Ruderblatt unten auf der Steuerbordseite einen stärkeren Druck als oben auf der Backbordseite. Infolge dessen wird der Bug des Schiffes nach Steuerbord gedrückt. Will man das Schiff drehen, so wird man dies also leichter über Steuerbordbug ausführen, weil der Drehkreis kleiner wird als über Backbordbug. Um das Schiff auf geradem Kurs zu halten, muß das Ruder stets etwas nach Backbord übergelegt sein.

Dadurch entsteht ein gewisser Arbeits- und Geschwindigkeitsverlust, und um diesen zu vermeiden, gibt man oft dem Ruderblatt oben eine größere Länge als unten. So entsteht eine hinten durch eine gekrümmte Linie begrenzte Ruderfläche, die man an Torpedobooten und auch bei schnell fahrenden Vergnügungs- und Rennbooten findet (vgl. Abb. 341). Bei linksgängiger Schraube ist der Vorgang umgekehrt.

Bei der Rückwärtsbewegung trifft die Schraube stets auf ruhendes Wasser und der von rechts nach links wirkende Wasserwiderstand gegen die Flügel einer rechtsgängigen Schraube dreht bei mittschiffs liegendem Ruder das Heck nach Backbord, den Bug also nach Steuerbord — ebenso wie beim Vorwärtsgang.

Einschraubenschiffe haben gewöhnlich unter Wasser ein keilförmiges Heck und an ihm wird vor dem Rudersteven in entsprechendem Abstande

1) Ältere Theorien sind die von Redtenbacher, Riehn und Rankine, neuere z. B. die von H. Lorenz, Zeitschr. d. Ver. d. Ingenieure 1907, S. 19 und 329, sowie die von D. W. Taylor, Resistance of ships and screw propulsion. London 1908. Die Jahrbücher der schiffbautechnischen Gesellschaft enthalten viele Mitteilungen über neuere Forschungen, z. B. 1905, Wirkung der Schraube von Fr. Ahlborn; 1906, Schr. Versuche von Rudolf Wagner; 1908, Schnelllaufende Motorboote von M. H. Bauer und die Wirkungsweise der Schiffschrauben von O. Flamm; 1910, Versuche von Fr. Gebers.

ein senkrechter Schraubensteven angeordnet, der unten einerseits mit dem Schiffsboden und andererseits mit der Hacke des Ruderstevens durch die »Kielsohle« verbunden wird, die in der Regel unter der Schraube in wagerechtem Sinne flach geschmiedet wird, um den durch das Ruder hervorgerufenen wagerechten Drehmomenten besser widerstehen zu können. Das obere Ende des Schraubenstevens wird nach hinten gekrümmt und mit dem Rudersteven verbunden. Alle diese Steventeile (der Schraubenrahmen) werden in der Regel in ein Stück zusammengeschmiedet.

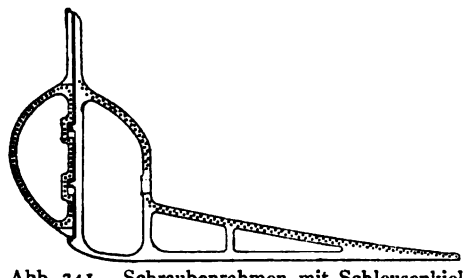


Abb. 341. Schraubenrahmen mit Schleusenkiel.

Dem vorderen Teil des Schraubenstevens unter dem Heck gibt man oft eine langgestreckte, dreieckige, mit großen Öffnungen versehene Form, die man »Schleusenkiel« nennt (Abb. 341). Diese Anordnung[1]) ist für die leichte Lenkbarkeit des Schiffes vorteilhaft, weil beim Wenden das Wasser durch die Öffnungen (wie durch Schleusen) frei hindurchströmt.

Der Schraubensteven wird zum Durchlassen der Welle durchbohrt, die von hier aus bis zur nächsten Schottwand des Schiffes (das »Stopfbüchsenschott«) in dem »Stevenrohr« gelagert und geführt wird (Abb. 342). Die hintere Führung in dem Rohre wird oft nur durch gußeiserne Buchsen, besser aber

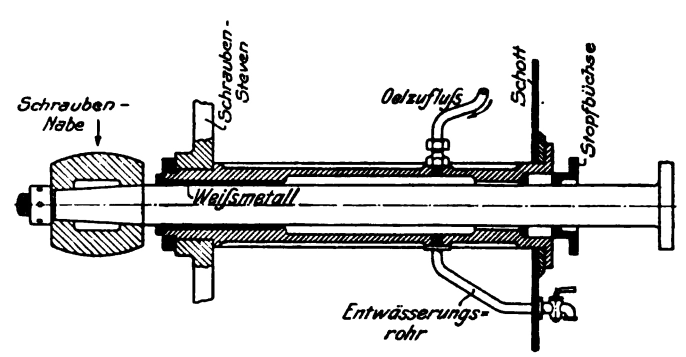


Abb. 342. Stevenrohr mit Schwanzwelle.

durch Weißmetall bewirkt. Im vorderen Ende des Stevenrohrs sitzt die Stopfbüchse zum wasserdichten Abschluß gegen den Schiffsraum. Oft wird die hintere Buchse mit Rillen versehen, so daß das Wasser in das Stevenrohr eintreten kann und schmierend wirkt. Bevorzugt wird aber eine Ölschmierung.

Von der Stopfbüchse aus geht die Welle zur Betriebsmaschine, nachdem sie vorher in dem »Drucklager«, das besonders fest mit den Kielschweinen

1) Abbildung aus Rühlmann-Flamm.

und Bodenwrangen verbunden ist, den Schub der Schraube auf den Schiffskörper übertragen hat. Zuweilen ist das Drucklager mit der Grundplatte der Maschine vereinigt. Bei größerer Länge wird die Welle zwischen Stopfbüchse und Drucklager noch durch ein oder zwei Traglager unterstützt und aus mehreren Teilen hergestellt, die durch Kupplungen verbunden sind. Zweckmäßig ist eine Anordnung, bei der das hinterste Stück der Welle (Schwanzwelle) bei Ausbesserungen und dgl. nach hinten aus dem Schiff gezogen werden kann. Dann müssen »abnehmbare« Kuppelungen verwendet werden.

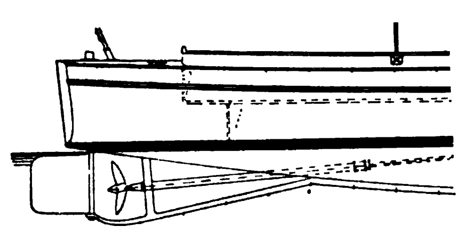
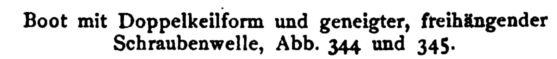


Abb. 343. Geneigte Schraubenwelle.

Die Achse der Schraubenwelle wird beim Bau gewöhnlich wagerecht, gleichlaufend mit der obersten Wasserlinie angeordnet; durch die Saugewirkung der Schraube senkt sich aber während der Fahrt fast immer das Heck, so daß die Welle eine nach hinten geneigte Lage erhält. Die Wirkung der Schraube wird dadurch besonders bei flachgehenden Binnenschiffen etwas günstiger, vorausgesetzt daß die nötige Fahrwassertiefe vorhanden ist. Um das Eintauchen der Schraube und den Trimm (S. 240) des Schiffes nach Belieben regeln zu können, baut man im Hinterschiff und zuweilen auch im Vorschiff wasserdichte Abteile ein, die durch eine von der Hauptmaschine getriebene Pumpe nach Bedarf mit Wasser gefüllt oder entleert werden. Um die bessere Schraubenwirkung zu erreichen, gibt man zuweilen schon beim Bau der Schraubenachse eine nach hinten geneigte Lage. Das ist besonders bei Hafenschleppern, Eisbrechern und Vergnügungsbooten in tiefem Wasser üblich. In letzterem Falle pflegt man das Heck stark zu unterschneiden (Abb. 343) und legt bei Rennbooten mit der neuerdings beliebten Doppelkeilform (Tetraederform) die Welle sogar ganz frei unter den Schiffsboden (Abb. 344 bis 346). Zuweilen werden dabei auch zwei Ruder angeordnet, die dann vor der Schraube liegen (Abb. 347).



Boot mit Doppelkeilform und geneigter, freihängender Schraubenwelle, Abb. 344 und 345.

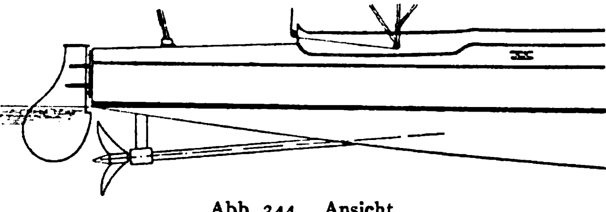


Abb. 344. Ansicht.

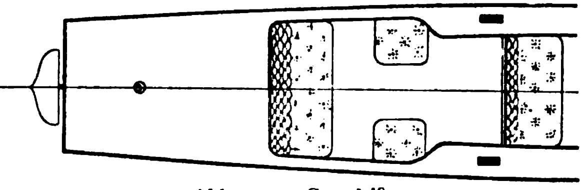


Abb. 345. Grundriß.

Um nach Bedarf und nach der vorhandenen Wassertiefe die Schraube eintauchen zu lassen, hat man auch die Schwanzwelle durch eine sogenannte Universalkuppelung mit dem vorderen Wellenteil verbunden, so daß man die Schraube heben und senken kann. Diese Erfindung der Gasmotorenfabrik in Köln-Deutz kann unter Umständen bei kleinen Schiffen vorteilhaft sein; doch entstehen durch die Drehung in der Kupplung erhebliche Reibungsverluste.

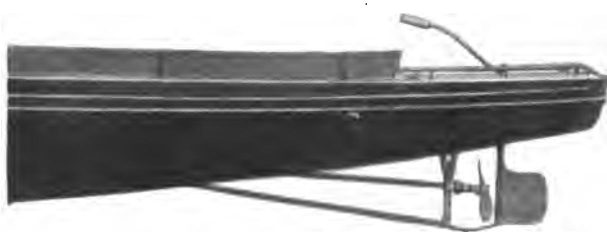


Abb. 346. Doppelkeilform mit geneigter Schraubenwelle.

Zweischraubenschiffe bieten gegenüber den Schiffen mit nur einer Schraube mancherlei Vorteile. Zunächst können sie sich notdürftig noch weiter bewegen, falls durch einen Unfall die eine Schraube infolge Wellenbruchs oder aus anderen Gründen den Dienst versagt. Dieser Umstand ist besonders für Seeschiffe von Bedeutung und seit längerer Zeit werden sowohl Kriegschiffe wie große atlantische Personenschiffe mit zwei Schrauben ausgerüstet. Ferner erleichtern sie, besonders in stillem Wasser, das Wenden des Schiffes, verursachen weniger starke Heckwellen und weniger Erschütterungen des Schiffes und erlauben die Verwendung von Schrauben mit kleinerem Durchmesser, was in der Binnenschiffahrt von großem Vorteil ist.



Abb 347. Schraube hinter den doppelten Rudern.

In der Regel wählt man dreiflügelige Schrauben und macht am besten die Steuerbordschraube rechtsgängig, die Backbordschraube linksgängig, so daß beide oben nach außen schlagen. Bei der umgekehrten Anordnung, wenn die Schrauben oben nach innen schlagen, werden, namentlich auf seichten Binnenwasserstraßen, der Wirkungsgrad und die Drehfähigkeit geringer; auch sollen dadurch stärkere Erschütterungen des Hinterschiffs hervorgerufen werden[1]). Um schnelle, kurze Wendungen des Schiffes zu machen, läßt man die eine Schraube voraus und die andere zurück gehen. Die Richtung der Schraubenwellen macht man gewöhnlich wagerecht gleichlaufend mit der Wasserlinie, zuweilen hinten etwas

1) Walter, M. Einfluß der Drehrichtung der Schrauben bei Doppelschraubendampfern, Jahrbuch der Schiffbautechn. Gesellschaft 1912 und Hansa, deutsche nautische Zeitschrift 1912, S. 206.

nach unten geneigt. Auch in der wagerechten Ebene kann die Anordnung der beiden Wellen verschieden sein: Gewöhnlich legt man sie gleichlaufend zueinander; anderenfalls erhält man nach den Versuchen von Pecoraro[1]) einen besseren Wirkungsgrad, wenn sie nach hinten auseinander gehen, als wenn sie hinten sich zueinander neigen. Es hat sich auch gezeigt, daß es vorteilhaft ist, die Schrauben möglichst weit nach hinten, jedoch wiederum recht nahe an dem Schiffskörper anzubringen.

Die Befestigung der Schrauben erfolgt bei Binnenschiffen am besten in der Weise, daß man die Stevenrohre (am besten aus Mannesmannrohr) seitlich aus dem Schiffskörper treten läßt und sie am hinteren Ende kurz vor der Schraube durch Böcke unterstützt, deren Tatzen an dem Rudersteven oder bei löffelförmigem Heck an dem Schiffskörper selbst befestigt sind. Bei großer Länge der Stevenrohre unterstützt man sie nötigenfalls nochmals. Bei Seeschiffen gibt man dem Schiffskörper am Wellenaustritt besondere zweckmäßige Formen (Wellenhosen), in denen die Wellen geschützt und jederzeit zugänglich sind. Die löffelförmige Heckform eignet sich für Binnenschiffe recht gut für die Anbringung von zwei Schrauben, besonders in Verbindung mit einem Schweberuder. Übrigens wird das Ruder durch zwei Schrauben nicht so beeinflußt, wie oben für nur eine Schraube auseinandergesetzt wurde.

Drei und mehr Schrauben werden in der Kriegsmarine und neuerdings bei schnell fahrenden, mit Dampfturbinen ausgerüsteten Schiffen angewendet. In der Binnenschiffahrt sind von Flamm in neuester Zeit für die Wolga große Lastschiffe mit drei Schrauben entworfen worden. Damit die Wirkungen der einzelnen Schrauben sich gegenseitig nicht behindern und abschwächen, (was bei den Dreischraubenschiffen der Kriegsmarine beobachtet worden ist) hat Flamm eine jede Schraube in einer schwachen Wölbung des Hecks angeordnet, wodurch sie gewissermaßen voneinander abgeschlossen werden. Diese beachtenswerte Einrichtung ähnelt dem später zu beschreibenden Tunnelheck.

Die großen Vorzüge der Schrauben gegenüber den Schaufelrädern haben auf dem Meere schon seit 1860 die Raddampfer endgültig verdrängt, wenigstens für die große Fahrt über den Ozean. Die Radkasten sind nicht nur unbequem beim Anlegen, Löschen und Laden, sondern auch häufigen Beschädigungen, besonders durch starke Wellen, ausgesetzt. Sie erfordern auch hohe Aufwendungen an Gewicht und Kosten. Der Wirkungsgrad der Räder nimmt ferner schnell ab, wenn die Tauchtiefe des Schiffes, für die sie berechnet sind, größer oder kleiner wird. Außerdem sind zu ihrem Betriebe schwerere und daher kostspieligere Maschinen nötig, die mehr Raum erfordern als bei Schraubenschiffen. Für Kriegschiffe tritt noch der Umstand hinzu, daß die Schrauben unter Wasser vor feindlichen Geschossen gesichert sind. Die Schaufelräder haben dagegen den Vorzug, daß sie auf Binnenwasserstraßen von sehr geringer Tiefe (bis hinunter auf 0,5 m) noch mit Erfolg be-

1) Fortschritt in den Mitteln zur Fortbewegung der Schiffe, Bericht zum 10. intern. Schiffahrts-Kongreß. Mailand 1905.

nutzbar sind. Die Radschiffe beherrschen daher die Binnenschiffahrt heute noch auf fast allen großen Strömen. Die Schraube ist seit etwa 1870 auf den Binnenwasserstraßen heimisch geworden, zuerst nur an kleinen Booten, Fähren, Aufsichts- und Vergnügungsschiffen, dann an leichten Schleppern auf Kanälen, ruhigen oder aufgestauten Gewässern und Landseen; aber zum gewerblichen Betriebe in größerem Umfange an Lastschiffen und Stromschleppern ist sie erst mit der fortschreitenden Verbesserung und Vertiefung der Wasserstraßen in neuerer Zeit innerhalb ziemlich enger Grenzen brauchbar geworden, weil sie nicht nur eine gewisse Mindest-Tauchtiefe des Schiffes von etwa 1 m, sondern zur Entwickelung einer angemessenen Leistung unter dem Schiffsboden noch eine geringste Wassertiefe von etwa 0,5 m braucht. Bei der Anwendung von Zweischraubenschiffen werden die Verhältnisse günstiger. Allerdings ist (bei kleineren Schiffen) die Leistung von zwei Schrauben nicht so groß wie von einer mit der doppelten Maschinenstärke, und umgekehrt sind die Kosten eines Zweischraubenschiffs etwas höhere; aber gegenüber dem Radschiffe bleibt doch ein beträchtlicher Gewinn. Neben den schon oben aufgeführten Vorzügen des Zweischraubenschiffs kommt noch beim Verkehr auf Binnenwasserstraßen der Umstand hinzu, daß die durch die Schrauben erzeugten Wellen geringer sind als bei einem Einschraubenschiff von gleicher Stärke. Dadurch werden die Beschädigungen der Ufer und der Sohle der Wasserstraßen vermindert und man kann mit einem solchen Schiffe unter Umständen auch auf Kanälen verkehren, ohne großen Schaden anzurichten.

Aber das Bestreben geht dahin, auch für seichte Wasserstraßen mit Tiefen von etwa 1 m und darunter, z. B. für ungeregelte Ströme in den Kolonien, die Schraube nutzbar zu machen. Über Schiffe mit entsprechend kleiner Tauchtiefe ist auf den internationalen Schiffahrtkongressen wiederholt verhandelt und die in den verschiedenen Ländern mit verschiedenen Einrichtungen gemachten Erfahrungen sind dabei mitgeteilt worden[1]).

Die Bestrebungen gingen nach zwei Richtungen: Einerseits suchte man die Schrauben selbst umzugestalten, andererseits wurde die Art ihrer Befestigung am Schiffe verändert. Auf dem ersten Wege versuchte man zuerst die Schraubenwelle ganz über Wasser zu legen und nach hinten mit einer größeren Zahl von Flügeln (Schraubengängen) auszurüsten. Ferner ging man auch auf den Gedanken von Ericsson zurück und ordnete auf der über Wasser liegenden Schraubenachse zwei große Schrauben mit entgegengesetzt gerichteten Flügeln hintereinander an, die sich in verschiedenem Sinne drehten. Diese von Suppan in seinem Buche »Wasserstraßen und Binnenschiffahrt« beschriebene und dargestellte Einrichtung wurde Schraubenrad genannt, weil die einzelnen Schraubenflügel mit verhältnismäßig langen Armen an den

1) Besonders zu erwähnen sind vom 8. Kongresse (Paris 1900) die Berichte von Wahl und Suppan, vom 9. Kongresse (Düsseldorf 1902) die Berichte von Jahnel, Weiß, Merczyng, Liebrechts und Iskolski, vom 10. Kongresse (Mailand 1905) die Berichte von Blümcke, Wahl und Rota.

Naben befestigt waren und ihre Wirkungsart ähnlich wie bei einem Schaufelrade war. Mit einem Versuchsboote sollen (etwa im Jahre 1901) gute Erfolge erzielt worden sein; es ist aber bisher nichts mehr darüber bekannt geworden. Beide beschriebene Anordnungen haben besonders den Nachteil, daß die Schrauben offenbar sehr viel Luft ansaugen, wodurch ihr Wirkungsgrad stark gemindert werden muß.

In umgekehrter Richtung gingen andere Bemühungen dahin, möglichst kleine Schrauben zu verwenden und ihre Leistungsfähigkeit dadurch zu erhöhen, daß man sie mit einem Mantel umgab und hinter ihnen Leitschaufeln wie bei einer Turbine anordnete, so daß dem ausströmenden Wasser eine möglichst axiale Richtung gegeben wurde. Diese Einrichtung wurde darum Turbinenschraube genannt. Sie ist zuerst von Parsons erdacht und dann von Thornycroft[1]) verbessert und wiederholt ausgeführt worden.

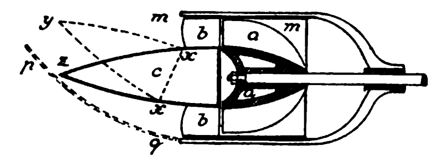


Abb. 348. Turbinenschraube von Thornycroft.

Abb. 348 läßt die allgemeine Anordnung erkennen. Der zilindrische Mantel (*m*) ist fest mit dem Schiffe verbunden. Hinter der mit sehr starker Nabe versehenen Schraube (*a*) sind in dem Mantel feste Leitschaufeln (*b*) aus Blech angebracht, die entgegengesetzt gekrümmt sind. Um eine noch bessere axiale Führung der austretenden Wasserfäden zu erreichen, ist, entsprechend der dicken Nabe, zwischen den Leitschaufeln ein weit nach hinten reichender Führungskörper (*c*) angeordnet.

Mit dieser Erfindung hat Thornycroft gute Erfolge erzielt. Noch bessere Leistungen wurden bei der Anwendung von zwei Turbinenschrauben gewonnen, die in schwachen Aushöhlungen unter dem Schiffsboden angebracht waren[2]) (Abb. 349).


Abb. 349. Heck mit 2 Thornycroft-Schrauben.

Beim Betriebe zeigte sich der Nachteil, daß eingesaugte Holzstücke, Gras, Schmutz u. dgl. den Raum zwischen Schraube und Mantel sehr leicht verstopften und die Wirkung verminderten oder ganz aufhoben. Ferner war der Rückwärtsgang mangelhaft. Dafür erfand Thornycroft eine neue Einrichtung. Er machte den hinteren Führungskörper in einer Schnittebene (*x*-*x*) um 180° drehbar, so daß die hintere Spitze von *z* nach *y* kam. Gleichzeitig wurde dabei durch eine vorgeschobene Blechwand (*pq*) die Ausströmung des Wassers nach hinten verhindert, und es mußte seinen Weg zuerst nach oben in das übergebaute Heck und von dort in besonderen Kanälen so bis zur Schiffswand nehmen, daß es in der Richtung nach dem Bug austrat. Bei unverändertem Gange der Schraube wurde das Schiff infolge des nach vorne gerichteten Wasserstoßes rückwärts bewegt, wie bei einem Strahlschiffe. Wir werden später auf ähnliche Einrichtungen von Zeuner zurückkommen. Diese Erfindung von Thornycroft ist im Jahre 1889 in »Naval mobilisation and improvement in material, Washington« veröffentlicht worden. Ob sie sich bewährt hat, ist nicht bekannt geworden.

---

1) Transactions of the Institution of Naval Architects. London 1883.

2) Engineering 18. März 1883, 10. April 1885 und Juni 1892; ferner Barnaby, Marine propellers. London 1885.

In Deutschland ist die Turbinenschraube von Thornycroft auf der Schiffswerft von Holtz in Harburg eingeführt und mit Abänderungen und Verbesserungen versehen worden, so daß namentlich ein genügender Rückwärtsgang bei Umsteuerung der Betriebsmaschine erreicht wurde. Das liegt in der anderen Gestaltung und Steigung der Schraubenflügel und der Leitschaufeln.

Abb. 350. Turbinenschraube von Holtz.

In der Abb. 350 ist die Anordnung mitgeteilt: *a* sind die Schraubenflügel, *d* die Nabe, *c* die Leitschaufeln, *e* der Mantel und *o* die Führungskörper. Aus Abb. 351 ist die Anbringung an einem Einschraubenschiff und aus Abb. 352 die an einem Zweischraubenschiff ersichtlich[1]. Holtz verwendet gewöhnlich an der Schraube nur 3 Flügel, die je nach dem Zweck des Schiffes entweder angegossen oder nach Art der Buckauer Schrauben aus Stahlblech bestehen und angeschraubt oder angenietet werden. Die Zahl der nur schwach gekrümmten Leitschaufeln beträgt 4 bis 8. Die Wirkung der in Deutschland vielfach benutzten Holtzschen Turbinenschrauben ist eine gute, namentlich in genügend tiefem Wasser. In seichten Strecken zeigen sie aber die Mängel der Thornycroftschen Schraube, die auf die Verwendung des Mantels zurückzuführen sind. Dieser sowie die Leitschaufeln verbiegen sich leicht beim Anstoßen an irgendwelche feste Hindernisse und hemmen unter Umständen die Bewegung. Wie man aus dem Bilde erkennt, sind für die 2 Schrauben in diesem Falle auch 2 Ruder vorgesehen.

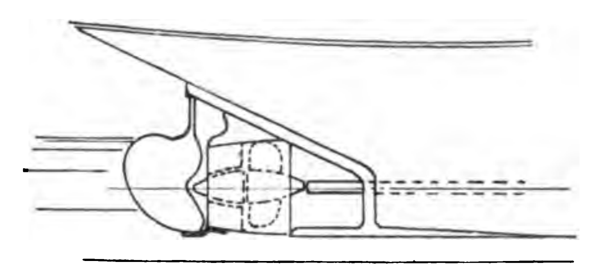


Abb. 351. Turbinenschraube von Holtz an einem Einschraubenschiffe.



Abb. 352. Turbinenschrauben von Holtz an einem Zweischraubenschiffe.

Um die mit dem Mantel verbundenen Übelstände zu vermeiden, hat man in neuester Zeit, zunächst bei kleinen, schnell fahrenden Personenschiffen, fest mit dem Schiffskörper verbundene Leitschaufeln (auch »Gegenpropeller« genannt) ohne Mantel hinter der Schraube angeordnet und damit den Wirkungs-

1) Aus Iskolski, Bericht zum Düsseldorfer Kongreß 1902, und Müller, Zeitschr. f. Binnenschiffahrt 1908, S. 551.

grad der einfachen Schraube verbessert. Ob diese Einrichtung (von Dr. Wagner und Bauer) sich auch bei größeren Schiffen bewähren wird, bleibt abzuwarten[1]. Nach der Theorie von Greenhill[2]) müßten die Erfolge günstig werden und noch günstiger, wenn man diese Leitschaufeln als zweite Schraube sich in entgegengesetztem Sinne drehen läßt, wie bereits die erste Schraube von Ericsson im Jahre 1836 angeordnet war. Rota hat hierüber dem Mailänder Kongreß besondere Mitteilungen gemacht und dabei erwähnt, daß ein Dampfboot der italienischen Marine von 14 m Länge versuchsweise mit solchen Schrauben ausgerüstet worden ist, wie von ihm in Abb. 353 dargestellt wurde. Über die erreichten Erfolge hat Rota im April 1909 der Institution of Naval Architects einen Vortrag gehalten. Wenn es gelingt, eine Kraftübertragung von der Antriebsmaschine auf die beiden ineinander liegenden Wellen zu erfinden, die mit verhältnismäßig geringen Reibungsverlusten arbeitet, kann diese Anordnung besonders für die Binnenschiffahrt in Zukunft von Bedeutung werden.

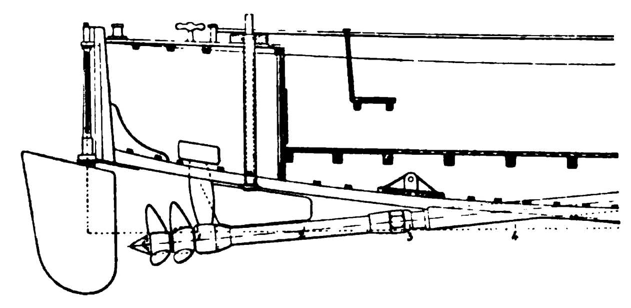


Abb. 353. Zwei Schrauben auf einer Welle.

Der andere Weg, den man anscheinend bis jetzt mit mehr Erfolg einschlug, um bei sehr geringen Wassertiefen die Schraube nutzbar zu machen, war auf ihre Anbringung am Schiffskörper gerichtet und hat zu dem Tunnelheck geführt. Man versteht darunter eine Wölbung im Schiffsboden, deren Scheitel über der obersten Wasserlinie liegt. Der Durchmesser der Schraube kann bei dieser Anordnung erheblich größer als die Tauchtiefe des Schiffes gemacht werden; denn die Erfahrung hat gelehrt, daß die in der Ruhelage über dem Wasserspiegel in der Wölbung vorhandene Luft schon nach wenigen Umdrehungen der Schraube verschwindet und die Wölbung sich ganz mit Wasser füllt, so daß darin die Schraube fast mit einem ebenso großen Wirkungsgrad arbeitet, wie in einer Wassertiefe gleich der ganzen Höhe der Wölbung.

---

1) Nach dem neuesten Bericht von Wagner in der Schiffbautechnischen Gesellschaft (Jahrbuch 1912) haben die angestellten Versuche bisher gute Erfolge gehabt. Der Wirkungsgrad soll dadurch bei Einschraubenschiffen um 0,08 bis 0,12 und bei Zweischraubenschiffen um 0,1 bis 0,15 größer werden.

2) Transaction of the Institution of Naval Architects. 1888.

In den Abb. 354 und 355 ist eine solche Wölbung im Längenschnitt und im Querschnitt dargestellt. Man erkennt, daß der Zutritt von neuer Luft vollständig verhindert ist: Das Wasser tritt in der Pfeilrichtung *a* in die Schraube ein und in der Richtung *b* wieder aus. Im Scheitel der Wölbung befindet sich eine dicht schließende Klappe (*c*), durch die man leicht zur Schraube kommen kann. In dieser Anordnung läßt sich die Wölbung mit der Schraube an jede Stelle des Schiffsbodens legen, und man hat sie auch bei den ersten Versuchen zuweilen mittschiffs angebracht.

Ob diese Erfindung zuerst in England oder Frankreich mit Erfolg ausgeführt worden ist, mag dahingestellt bleiben. Es soll schon im Jahre 1856 ein Engländer, John Buchanan, ein Patent auf eine solche Wölbung etwa in der Mitte des Schiffes genommen haben. Die ersten Ausführungen sind wohl aber in England durch Thornycroft, in Frankreich durch Labat auf der Gironde und von Oriolle auf der Loire gemacht worden. Es zeigte sich bald, daß die Anbringung der Wölbung im Heck erhebliche Vorteile hatte, und man gab diesem die in den Skizzen mit gestrichelten Linien angedeutete Form,

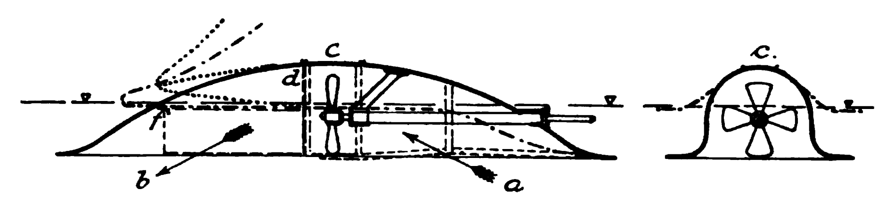


Abb. 354 und 355. Anordnung eines Tunnelhecks.

wobei die Wölbung hinten und auch an den Seiten nicht mehr bis zum Schiffsboden, sondern nur um einige Zentimeter unter die oberste Wasserlinie reichte. Das war für den Luftabschluß genügend, gab aber dem Wasser einen besseren Eintritt und Austritt. Thornycroft baute zuerst 1884 ein solches Schiff für den Nil (mit 102 PSi., 0,38 m Tiefgang und 29,6 km Geschwindigkeit im tiefen Wasser), das sich gut bewährte, und da er diese Form des Tunnelhecks mit Schwanz (Start) später besonders ausbildete, fand sie unter dem Namen Thornycroftheck allgemeine Verbreitung.

Besonders in Frankreich wurden in den Jahren 1890 bis 1894 für die »Compagnie des Messageries fluviales de Cochinchina« auf der Werft von Dubigeon in Nantes eine größere Zahl von Personendampfern (30 m lang, 0,7 m Tauchtiefe und 20 km je Stunde Geschwindigkeit in tiefem Wasser) und Güterdampfern (50 m lang, 40 t Ladung und gleiche Tauchtiefe und Geschwindigkeit) gebaut, die sich gut bewährt haben[1]. Auch Schleppschiffe von 300 bis 400 Pferdestärken haben bei 0,7 m Tauchtiefe und mit Schrauben von 1,3 m Durchmesser gute Erfolge erzielt. Kleinere Schiffe waren noch bei viel geringerer Wassertiefe brauchbar: Für Madagaskar

1) Bulletin de l'Association technique maritime von 1896 mit einem Vortrage von Piand und von 1903 (oder 1904) mit einem solchen von Berlhe de Berlhe, beide Ingenieure des Bureau Veritas. Es sind dort die verschiedenen Bauarten, namentlich von französischen Werften, besprochen worden.

bestimmte Dampfer von 15 m Länge und 2,8 m Breite konnten mit 2 Schrauben von 0,7 m Durchmesser und 50 Pferdestärken bei nur 0,35 m Tauchtiefe bei Versuchen auf der Seine ein etwa ebenso großes Lastschiff mit 10 km Geschwindigkeit schleppen und erreichten mit 80 Pferdestärken frei fahrend eine solche von 18 bis 19 km je Stunde. Aus den Skizzen 356 und 357 ist die Anordnung dieser Schiffe ersichtlich. Sie sind aus dem Bericht von Wahl für den Pariser Kongreß von 1900 entnommen. Wahl gibt dort und im Bericht für den Mailänder Kongreß von 1905 umfangreiche Zusammenstellungen von flach gehenden Kraftschiffen.

Zwischenschraubenschiffe mit Tunnelheck für Madagaskar, Abb. 356 und 357.

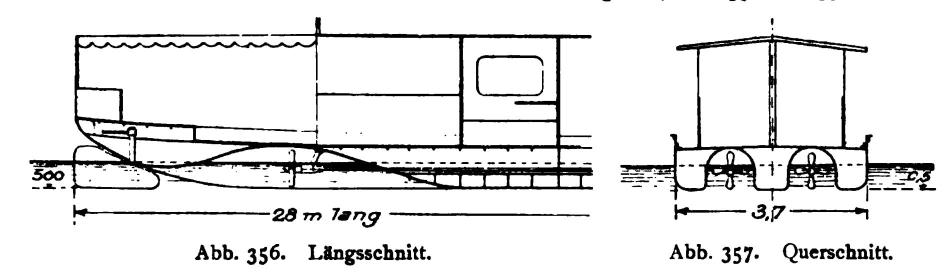


Abb. 356. Längsschnitt. Abb. 357. Querschnitt.

Linienrisse von einem Thornycroftheck mit 2 Schrauben, Abb. 358 bis 360. 1 : 100.

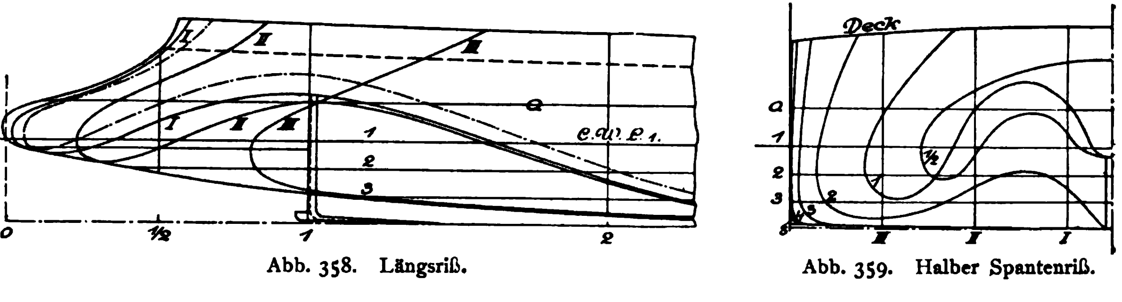


Abb. 358. Längsriß. Abb. 359. Halber Spantenriß.

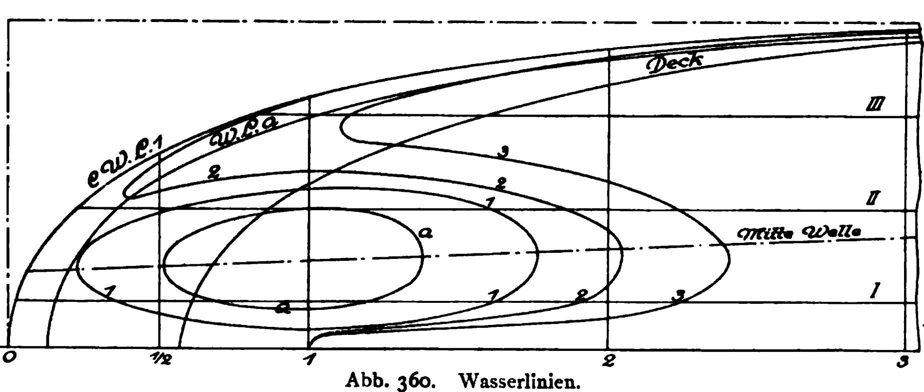


Abb. 360. Wasserlinien.

Auch in Deutschland ist seit dem Jahre 1900 das Tunnelheck mit Schwanz oft gebaut worden. Die Abbildungen 358 bis 360 stellen das Heck eines Zweischraubenschiffs dar, das im Jahre 1910 in Danzig erbaut wurde. Es hat eine Länge von 40,7 m, eine Breite von 8,7 m und einen Tiefgang

von 1,08 m. Der Durchmesser der Schrauben ist 1,7 m. Abbildung 361 zeigt einen Querschnitt durch beide Tunnel [1]).

Zu den Vorzügen des Tunnelhecks mit Schwanz bleibt zu erwähnen, daß sich bei solchen Schiffen das Heck sehr wenig während der Fahrt senkt, was bei anderen Schraubenschiffen, besonders in seichtem Fahrwasser, sehr unangenehm ist. Nach den Beobachtungen betrug die Senkung des vorbeschriebenen Tunnelhecks in voller Fahrt nur 10 bis 15 cm. Das wird zum Teil darauf zurückgeführt, daß das von der Schraube gegen den Scheitel des Tunnels aufgeworfene Wasser einen senkrechten Druck nach oben ausübt. Ferner ist darauf hinzuweisen, daß das aus der Schraube austretende Wasser wegen der Tunnelwände weniger seitlich als nach hinten austritt. Dadurch wird der Wasserstrom mehr zusammengehalten und die Heckwellen werden nicht so nachteilig für die Ufer u. dgl.

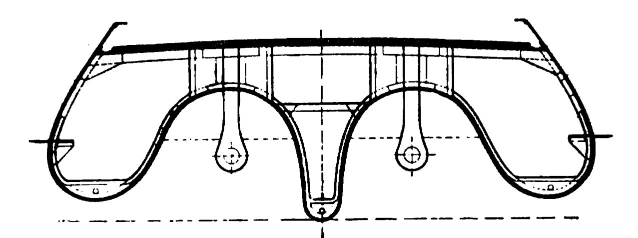


Abb. 361. Querschnitt durch ein Tunnelheck für 2 Schrauben 1:100.

Aber es sind auch Nachteile zu erwähnen: Der hinten eintauchende Schwanz hemmt zweifellos in gewissem Maße den freien Abfluß des Wassers nach hinten, zumal wenn infolge vermehrter Belastung des Schiffes die Tauchtiefe zunimmt. Der Trimm muß also stets entsprechend verändert werden, was unter Umständen schwierig ist. Im allgemeinen soll der Schwanz, wenigstens hinten, nur etwa 5 bis 8 cm tief eintauchen. Um diesem Übelstand abzuhelfen, läßt man den Schwanz neuerdings am hintersten Ende in der Ruhelage überhaupt nicht mehr bis zur obersten Wasserlinie herunter reichen, sondern etwas früher endigen, wie in Abb. 354 mit punktierten Linien angedeutet ist. Es besteht dabei allerdings die Gefahr, daß der Rückwärtsgang des Schiffes etwas behindert wird, weil durch diese Öffnung von der Schraube Luft eingesaugt wird. Doch teilt Blümcke [2]) mit, daß an den von ihm so gebauten Schiffen dieser Übelstand nicht bemerkt worden ist. Auch A. F. Yarrow, der Vizepräsident der »Institution of naval architects«, hat in einem Vortrage vor dieser Gesellschaft im Jahre 1903 diese Bauart empfohlen.

---

1) Die österreich-ungarische Regierung hat neuerdings für die Donau 2 gepanzerte Kanonenboote »Temes« und »Badrog« mit Tunnelheck gebaut. Bei einer Verdrängung von 440 t, einer Länge von 55 m und einer Tauchtiefe von 1,22 m erreichen sie bei 700 Pferdestärken in jeder der beiden Maschinen 18,5 km Geschwindigkeit.

2) Bericht zum Mailänder Kongreß.

Ein anderes Mittel, den erwähnten Mangel zu beseitigen, besteht darin, daß man den hinteren Teil der Tunnelwölbung (*d-f* in Abb. 354) beweglich und um eine wagerechte Achse bei *d* als Klappe drehbar macht. Diese Einrichtung war schon in früherer Zeit von Labat versucht und ist etwa um 1902 von Yarrow wieder aufgenommen worden. Durch eine höhere oder tiefere Einstellung des unteren Endes (*f*) der Klappe kann man, der Tauchtiefe des Schiffes entsprechend, dem abströmenden Wasser eine weitere oder engere Öffnung geben. Es zeigte sich im Betriebe, daß bei voller Fahrt der Wirkungsgrad der Schrauben bei ganz gehobener Klappe am günstigsten, und die geschlossene Klappe nur beim Anfang der Bewegung und besonders beim Rückwärtsgange von Vorteil war. Im letzteren Falle wird bei gehobener Klappe von der Schraube viel Luft eingesaugt und nur eine mäßige Wirkung erreicht.

Tunnelheck mit Klappe, Abb. 362 bis 364. 1 : 40.

Abb. 362. Längsschnitt.

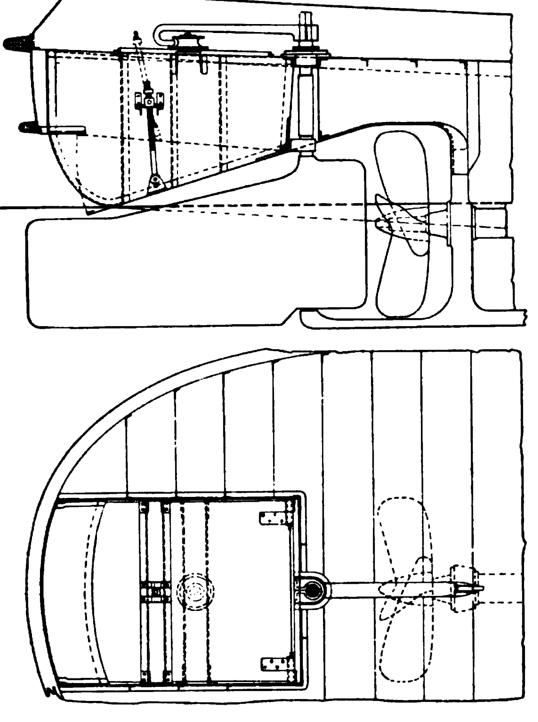
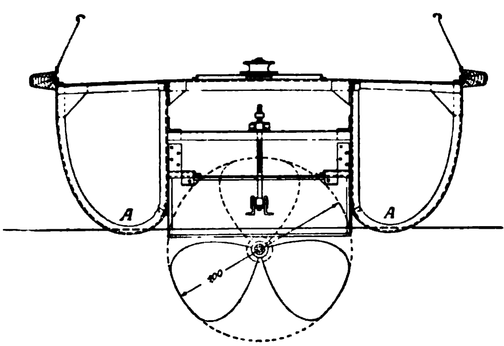


Abb. 363. Grundriß.

Abb. 364.



In den Abbildungen 362 bis 364 ist eine im Jahre 1910 von der Werft Übigau ausgeführte Anlage mit Klappe dargestellt[1]).

Das Schiff verkehrt auf Elbe und Moldau, ist 19,8 m über alles und 17,2 m zwischen den Loten lang, 4 m breit und 1,35 m hoch. Der Tiefgang beträgt betriebsfertig mit 1,4 t Kohlen 0,65 m, wobei die Verdrängung 27,3 t ist. Der Völligkeitsgrad der Verdrängung ist 0,608, der der obersten Wasserlinie 0,759 und der des Hauptspants 0,96. Der Schraubendurchmesser beträgt 1 m. Wie man aus den Abbildungen erkennt, bewegt sich die 1 m breite und 1,1 m lange Klappe in einem Schacht mit senkrechten seitlichen Wänden und kann durch eine Schraubenspindel nach Bedarf höher oder tiefer eingestellt werden.

1) Von Oberingenieur Jahnel erfunden und durch Deutsches Reichs-Gebrauchsmuster geschützt.

Daß durch solche Klappen beim Rückwärtsgange die Geschwindigkeit und die Lenkbarkeit des Schiffes erhöht wird, weil die Schraube stets in vollem Wasser arbeitet, kann nicht bezweifelt werden. Bei vielen Schiffen kommt es aber nicht darauf an, ob sie beim Rückwärtsgange eine besonders gute Wirkung haben, und dann dürfte die Klappe und damit auch fast der ganze Schwanz des Hecks überhaupt entbehrlich sein. Darauf weist auch Horace See-New-York in seinem Berichte zum Mailänder Kongreß 1905

Linienrisse vom Tunnelheck ohne Schwanz eines Einschraubenschiffs, Abb. 365 bis 368. 1 : 75.

Abb. 365. Spantenriß. Abb. 366. Längsriß.

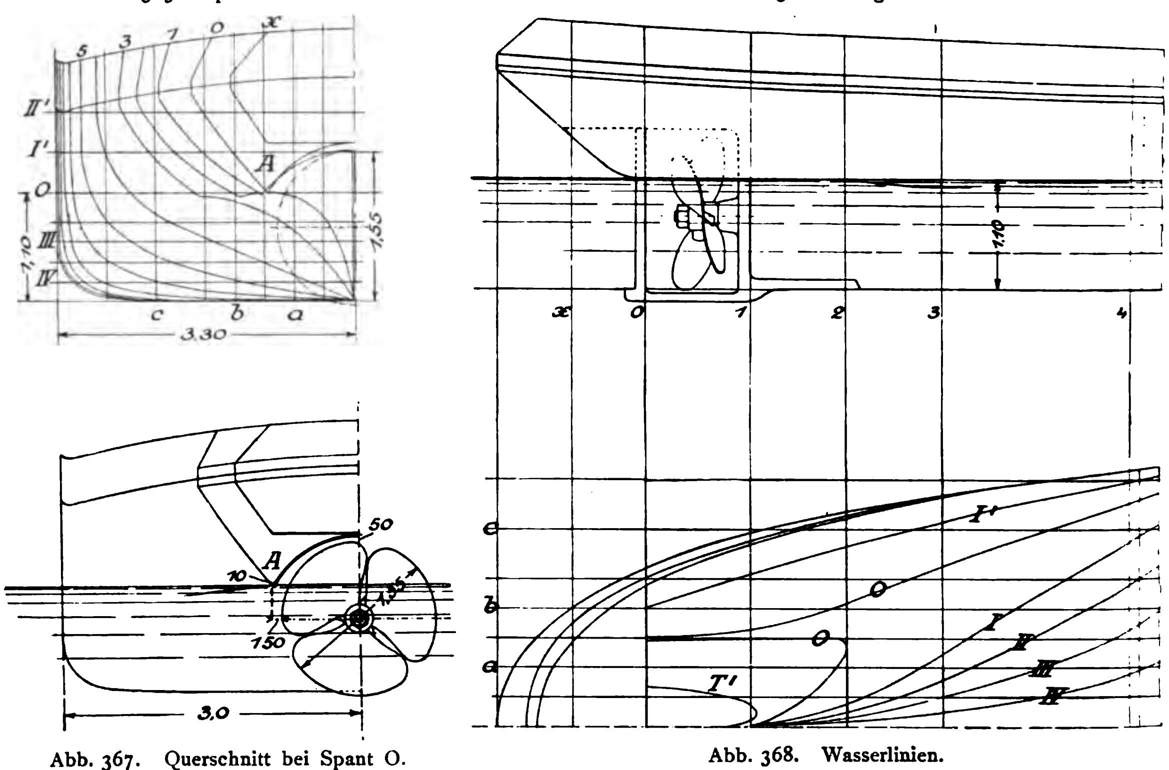


Abb. 367. Querschnitt bei Spant O. Abb. 368. Wasserlinien.

hin und erklärt das Tunnelheck zur Erhöhung des Wirkungsgrades nur dann für vorteilhaft, wenn der Tunnel sich hinter der Schraube erweitert.

Nach dieser Richtung hin sind von der Werft Cäsar Wollheim-Breslau Versuche angestellt worden, die zum Bau von Tunnelhecks ohne Schwanz geführt haben. In den Abbildungen 365 bis 371 sind die Linienrisse von den Hecks zweier Schleppdampfer mitgeteilt, die in dem Jahre 1910 auf jener Werft gebaut sind.

Das eine Schiff (35 m zwischen den Loten lang und 6 m breit) ist mit einer und das andere (37 m zwischen den Loten lang und 6,5 m breit) mit 2 Schrauben ausgerüstet. Der Tiefgang beider beträgt 1,1 m, der Schraubendurchmesser 1,55 und 1,4 m. Durch den Fortfall des Schwanzes



Linienrisse vom Tunnelheck ohne Schwanz eines Zweischraubenschiffs, Abb. 369 bis 371. 1:75.

Abb. 369. Längsriß.

Abb. 370. Spantenriß.

Abb. 371. Wasserlinien.

bekommen die Schiffe sehr zweckmäßige Heckformen. Beachtenswert ist die Neuerung, daß die Seitenwände des Tunnels nicht mit einer Abrundung, sondern mit einer Schneide (bei *A*) in das Wasser tauchen. Ferner ist die Tunnelleibung so nahe an die Schraubenkreisfläche gelegt, daß im Scheitel nur ein Spielraum von 50 mm und in der obersten Wasserlinie ein solcher von 150 mm bleibt. In der Ruhelage tauchen die Schneiden bei *A* nur etwa 10 mm tief ein [1]).

Bei den so gebauten Zweischraubenschiffen hat man später dem Trennungskörper zwischen den beiden Tunneln eine schlankere Gestalt gegeben, wie in Abb. 370 und 371 bei *S* punktiert angedeutet ist. Man hoffte dadurch den Austritt des Wassers aus den Schrauben zu erleichtern und einen höheren Wirkungsgrad zu erreichen. Zuverlässige Erfahrungen liegen darüber noch nicht vor.

Es hat sich gezeigt, daß die Rückwärtsbewegung dieser Schiffe eine genügende ist, wenngleich nicht eine so gute wie bei einer Klappe oder bei einem Heck mit Schwanz. Es fragt sich aber, ob sie ausreichend sein wird, wenn der Schraubendurchmesser im Verhältnis zur Tauchtiefe noch größer gewählt wird, was an sich als zulässig bezeichnet werden kann. Dagegen ist die Wirkung der Schrauben in dieser Anordnung bei vollem Vorwärtsgang ohne Zweifel günstiger, weil das Wasser aus der Schraube ohne irgend welche Hemmung nach hinten austreten kann. Der oben eng schließende Tunnel gibt dem Wasserstrahl eine axiale Führung, die in ähnlicher Weise wirkt wie der Mantel der Turbinenschraube von Thornycroft und ohne deren Mängel. Denn das Festklemmen von schwimmenden Gegenständen ist bisher nicht bemerkt worden und auch nicht zu befürchten. Durch eine im Tunnelscheitel angebrachte Klappe kann man übrigens jederzeit leicht an die Schraube herankommen. Daß der Tunnelscheitel geradlinig und nicht wie früher hinten nach unten gekrümmt ist, muß gleichfalls als Verbesserung angesehen werden. Wenn auch über die Wirkungsweise der Schraube in solchen Tunneln wissenschaftliche Untersuchungen noch fehlen, scheint es doch wahrscheinlich, daß der Schraubenstrom durch einen gekrümmten Scheitel in senkrechtem Sinne nach der Sohle zu abgelenkt wird, wodurch diese namentlich in Kanälen vielleicht beschädigt werden könnte. Bei der Bauart mit wagerechtem Scheitel ist das weniger zu befürchten.

Die guten Erfolge solcher Wölbungen unter dem Hinterschiff führten zu dem Versuch, durch ähnliche Einrichtungen auch ältere Schiffe mit Schrauben von großem Durchmesser nach entsprechender Trimmung für geringen Tiefgang vorteilhaft zu verwenden. Das erreichte man durch Anbringung eines Schraubenschirms, wie er in Abb. 372 mit gesenkter und in Abb. 373 mit gehobener Klappe dargestellt ist. Bei gesenkter Klappe ergibt sich ziemlich dieselbe Wirkung wie bei einem Thornycroftheck. In anderen Fällen hat man diesen Schirm ohne Klappe angewendet, wie aus den Abbildungen 374 und 375 ersichtlich ist, und hat damit sehr gute Erfolge gehabt.

Bei dem abgebildeten Schiffe hatte die Schraube einen Durchmesser von 1,7 m und brauchte hinten einen großen Tiefgang, um vorteilhaft arbeiten zu können. Nach Anbringung des Schirms wurde der Trimm so verändert, daß hinten nur eine Tauchtiefe von 1,1 m vorhanden war,

1) Durch Reichs-Gebrauchsmuster geschützt.

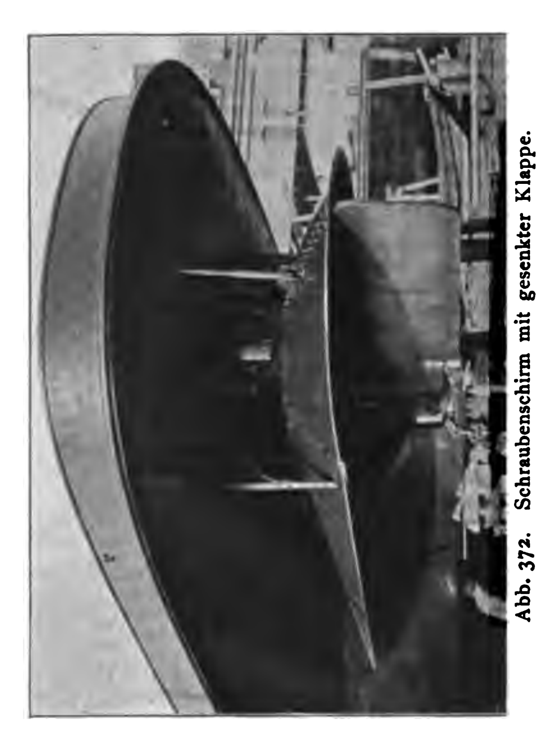


Abb. 372. Schraubenschirm mit gesenkter Klappe.



Abb. 373. Schraubenschirm mit gehobener Klappe.

Schraubenschirm ohne Klappe, Abb. 374 und 375.

Abb. 374. Ansicht von hinten.



Abb. 375. Ansicht von der Seite.

während die seitlichen Ränder des Schirms etwa 1 cm tief in das Wasser tauchten. Es zeigte sich darauf (durch Messung der Zugkraft am Pfahl), daß die Schleppkraft des Schiffes ebenso groß war wie vorher. Der Schirm war mit geringem Spielraum um die Schraube gelegt: Im Scheitel war ein Zwischenraum von 50 mm und seitlich im Wasserspiegel beiderseits ein solcher von je 150 mm.

Diese letztere Anordnung ist von der Werft Cäsar Wollheim gewählt worden und die guten Erfolge haben dann zu der vorbeschriebenen Bauart des Tunnelhecks ohne Schwanz mit wagerechtem Scheitel und scharfen Schneiden geführt. Es sind auch neue Schiffe mit solchen Schirmen ausgerüstet worden. Das bietet den Vorteil, daß man später bei dauernder Verwendung in tiefem Wasser den Schirm leicht entfernen kann.

Überhaupt mag noch darauf hingewiesen werden, daß sowohl Tunnel wie Schirme eine unveränderte Tauchtiefe des Hecks verlangen. Sie werden daher nur in seltenen Fällen bei Lastschiffen Verwendung finden können, wenn diese bei verschiedener Beladung sich entsprechend trimmen lassen. Schirme, deren Höhenlage nach Bedarf verändert werden kann, sind anscheinend noch nicht gebaut worden und dürften sich auch kaum bewähren.

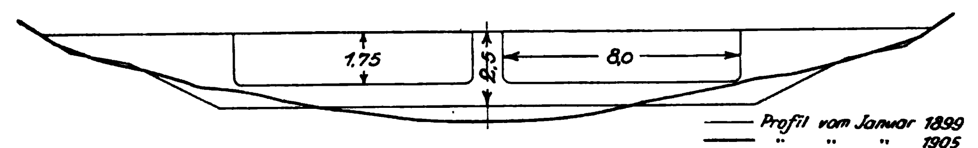


Abb. 376. Kanalquerschnitt, durch die Schraubenwirkung stark verändert, 1 : 250.

Die Einwirkung der Schraube auf die Sohle der Kanäle ist für die Verwendung von Schraubenschiffen in der Binnenschiffahrt von großer Bedeutung. Bei den preußischen Kanälen wurde festgestellt, daß der Angriff ein äußerst schädlicher und unter Umständen selbst gefährlicher ist. In Abb. 376 ist ein Kanalquerschnitt dargestellt, dessen ursprünglich wagerechte Sohle (feine Linie) infolge des Schraubendampferverkehrs allmählich eine parabolische Form angenommen hat (starke Linie), indem der Boden aus der Mitte in Bewegung gesetzt und seitlich abgelegt wurde, wo er für den Schiffsverkehr sehr hinderlich ist.

Wenn ein Schraubenschlepper aus irgend einem Grunde, z. B. um ein festgefahrenes Lastschiff wieder flott zu machen, an einer und derselben Stelle des Fahrwassers mit voller Kraft arbeitet, entstehen leicht tiefe Löcher in der Sohle, die unter Umständen gefährlich sind und auf deren hoch aufgeworfenen Rändern andere Schiffe bei geringer Wassertiefe sich wieder festfahren können. Dies kommt auch in aufgestauten Stromstrecken vor, während in offenen Strömen bei großer Geschwindigkeit des Wassers die vorübergehende Vertiefung meistens unschädlich ist.

Wenn man die Ursachen dieser nachteiligen Einwirkung der Schraube auf die Sohle untersuchen will, muß auf die frühere Erörterung über die Bewegung der Schraube zurückgegriffen werden. Auf S. 458 war darauf hingewiesen, daß der Gegendruck des Wassers auf die Schraubenflügel sich in eine Schubkraft und in eine Tangentialkraft zerlegt. Während die erstere die

Fortbewegung des Schiffes bewirkt, ruft die andere eine drehende Bewegung des die Schraube umgebenden Wassers hervor. In der Abb. 377 sind auf der linken Seite (*A*) die hinter der Schraube entstehenden Spiralwirbel der Wasserteilchen durch Pfeile deutlich gemacht. Der Durchmesser des in Bewegung befindlichen Wasserdrehkörpers und die Geschwindigkeit der Wasserteilchen ist weniger von dem Durchmesser der Schraube, als vielmehr von der Größe der Tangentialkraft abhängig. Es muß mithin eine solche Form der Schraubenflügel und besonders ein solches Steigungsverhältnis gewählt werden, daß die Tangentialkraft im Verhältnis zur Schubkraft möglichst klein wird, oder, wie man zu sagen pflegt, daß die Schraube möglichst wenig »streut«. Die Wirbel werden ferner um so weniger die Sohle angreifen, je weiter die Schraube von ihr entfernt arbeitet. Gefährlich werden sie bei geringer Wassertiefe, wenn ihre Kreisbewegung durch das Ruderblatt gestört wird, wie in der vorstehenden Abbildung rechts (*B*) dargestellt ist. Dann werden die in Bewegung befindlichen Wasserteilchen abgelenkt und

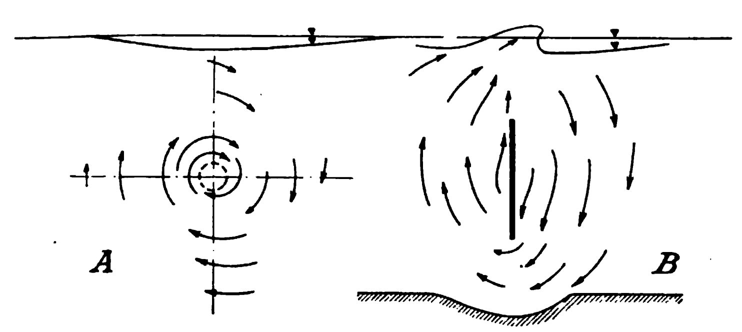


Abb. 377. Einwirkung von Schraube und Ruder auf die Sohle.

greifen in verstärktem Maße die Sohle an. Diese Erscheinungen sind zuerst von Gebers[1]) in neuester Zeit durch Modellversuche bestätigt worden: Die Ausspülungen der Sohle in dem Modell des oben dargestellten Querschnitts hörten beinahe auf, nachdem das hinter der Schraube angeordnete Ruder beseitigt oder durch zwei seitliche in einem Abstande von etwa $1{,}5 \cdot D$ ersetzt worden war. Die starke Beschädigung der Sohle ist also vorwiegend auf die Wirkung des Ruders zurückzuführen, und es ist leicht zu erklären, daß bei Verwendung von Zweischraubenschiffen mit einem mittleren Ruder nur geringfügige Ausspülungen bei den Modellversuchen bemerkt wurden. Der Vorschlag von Gebers, Einschraubenschiffe für den Verkehr in Kanälen mit 2 Rudern auszurüsten, scheint beachtenswert, und man würde solche Einschraubenschiffe auch auf Kanälen von geringer Tiefe neben den Zwei-

1) Die Entwicklung einer neuen Schleppdampferart für Schiffahrtkanäle, Vortrag in der Schiffbautechnischen Gesellschaft im November 1910. — Im Jahrbuch von 1911, S. 420. Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1911, S. 566.

schraubenschiffen zulassen können[1]). Die letzteren bleiben aber für den Verkehr auf Kanälen und in aufgestauten Strömen in erster Linie geeignet wegen der Vorzüge, auf die schon oben (S. 470) hingewiesen wurde.

Sehr beachtenswert sind die 1910 und 1911 von dem Kgl. Hauptbauamt in Potsdam veranstalteten Schraubenversuche, durch die die Zulässigkeit von Schraubenschleppern auf dem Großschiffahrtweg Berlin—Stettin untersucht worden ist. Die Modellversuche von Gebers sind dabei im allgemeinen bestätigt worden. Um die Beschädigung der Sohle zu verhüten, wurden unter anderm auch Versuche gemacht mit einer unter der Schraube an der Kielsohle befestigten, schalenförmig gewölbten Blechplatte. Die Ergebnisse sind in der amtlichen Druckschrift »Schlepp- und Schraubenversuche im Oder-Spree-Kanal und im Großschiffahrtweg Berlin-Stettin« (Verfasser: Mattern und Buchholz) zusammengestellt und sollen auch im Buchhandel erscheinen.

Man erkennt aus diesen Mitteilungen, daß die Verwendung von Schrauben in der Binnenschiffahrt im Laufe der letzten 15 Jahre bedeutende Fortschritte gemacht hat. Es steht zu erwarten, daß dies Fortbewegungsmittel sich allmählich auch auf den großen Strömen einbürgern und das Schaufelrad verdrängen wird.

Fortbewegung durch Wasserstoß (Reaktions- oder richtiger Pumpen- oder Turbinenpropeller). Bei den auf diese Weise fortbewegten Strahlschiffen oder Prallschiffen wird der Gegendruck (Reaktion) des Wassers, der das Schiff vorwärts schiebt, nicht durch den Schlag einer Schaufel oder durch den Druck einer Schraubenfläche, sondern unmittelbar durch den Stoß eines Wasserstrahls hervorgerufen. Dazu ist eine Pumpvorrichtung erforderich, die das Wasser vorne ansaugt und nach hinten (entweder am Heck oder an beiden Schiffseiten) mit entsprechender Kraft ausstößt.

Auch der Grundgedanke dieses Fortbewegungsmittels ist sehr alt. Schon Daniel Bernouilli hat in seinem Buche »Hydrodynamica« im Jahre 1738 diesen Vorschlag gemacht. Der Amerikaner Rumsey soll in Philadelphia im Jahre 1787 mit einem so eingerichteten Boote Fahrten auf dem Potomak und im Jahre 1823 in England mit einem ähnlichen Boote auf der Themse ausgeführt haben, wobei eine gewöhnliche Kolbenpumpe benutzt wurde. Die Versuche hatten ebenso wenig Erfolg, wie die späteren in Frankreich von Cavé auf der Seine (1843) und in England von Ruthven (1844). Im Jahre 1855 baute Seydel in Stettin das Prallschiff »Albert«, das einige Jahre lang auf der Oder im Betriebe war[2]), und von 1866 bis 1867 wurden auf dem englischen Kanonenboot »Waterwich« umfangreiche Versuche vorgenommen, wobei eine Geschwindigkeit von etwa 16 km je Stunde erreicht sein soll. In diesen letzterwähnten Fällen wurden seit Ruthven Kreiselpumpen benutzt, die auch als getriebene Vollturbinen angesehen werden können. Man bezeichnete daher diese Kraftschiffe als Turbinenschiffe. Das Betriebswasser wurde im Boden des Schiffes angesaugt, durch eine Rohrleitung wagerecht im Innern des Schiffes zum Kreisel und aus dessen Mantelraum nach den beiden hinteren Ausflußöffnungen geführt. Diese und andere spätere Versuche hatten keinen wirtschaftlichen Erfolg, namentlich nicht für die Binnenschiffahrt.

Im Jahre 1891 erfand Zeuner in Dresden eine neue Vorrichtung. Er erklärte die Mißerfolge der früheren Anordnungen durch die großen Wider-

---

1) Vgl. H. Krey, Modellversuche über den Schiffahrtbetrieb auf Kanälen und die dabei auftretende Wechselwirkung zwischen Kanalschiff und Kanalquerschnitt. Heft 107 der Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Berlin 1911 und Versuche mit Kanalmodellen. Zentralblatt der Bauverwaltung 1911, S. 529.

2) Zeitschrift für Bauwesen 1859, S. 535.

stände, die das Betriebswasser in den Röhren und den Krümmungen fand, besonders beim Austritt aus dem Kreisel, und erwartete bessere Erfolge, wenn man ohne Röhren das Wasser möglichst stoßfrei in wagerechtet Richtung in die Pumpe eintreten und ebenso austreten lassen könnte. Er wählte daher als Pumpe eine »Henschel-Jonval«sche Axialvollturbine, die er außerhalb des Schiffes an der Stelle der Schraube anordnete. Das Wasser durchströmt das Laufrad dieser Turbine gleichlaufend zur Achse mit gleichmäßiger Geschwindigkeit und erfährt also im Innern des Laufrades keine Beschleunigung in axialem Sinne. Um eine solche als treibende Kraft zu erreichen, ordnete Zeuner hinter der Turbine ein Gehäuse mit festen Leitschaufeln an, den »Kontraktor«, in dem das aus dem Turbinenrade tretende Wasser den erforderlichen Druck erhält[1]. (In dieser Beziehung ist der hydraulische Vorgang ein wesentlich anderer als bei der oben erwähnten Turbinenschraube von Thornycroft.) Für den Rückwärtsgang wird die Betriebsmaschine nicht umgesteuert, die Turbine läuft vielmehr in gleichem Sinne weiter. Es wird aber vor die Ausflußöffnung ein »Rückstrahler« gebracht, wodurch der austretende Wasserstrahl geteilt und beiderseits um etwa 120° abgelenkt wird. Nach den Entwürfen von Zeuner sind seit 1892 auf der Schiffswerft Übigau bei Dresden mehrere Schiffe erbaut worden.

In den Abb. 378 und 379 ist die Fortbewegungsvorrichtung eines Strahlschiffs mitgeteilt, das 16,3 m lang und 3,5 m breit ist und einen Tiefgang von 0,48 m hat. Die Betriebsmaschine leistete bei 300 Umdrehungen 40 indizierte Pferdestärken. *a* bedeutet die aus Bronze hergestellte Turbine, *b* den Kontraktor aus Gußeisen, *c* den in den Führungstangen *g* und *h* senkrecht beweglichen Rückstrahler aus Kupfer. Seine Bewegung erfolgt durch ein Seil vom Steuerruderstand aus. Der mitttere Halbmesser der Turbine (*r*) beträgt 253,5 mm, die radiale Durchflußweite 146 mm, der gesamte äußere Durchmesser 654 mm und der Durchmesser der Ausflußöffnung des Kontraktors (*f*) 400 mm. Im Laufrade befinden sich 13, im Kontraktor 12 Leitschaufeln von 5 und 4 mm Stärke. Um das Eintreten von Luft in die Turbine zu verhüten, ist eine Blechhaube angeordnet, die bis in das Wasser reicht, und unter ihr ein Drahtnetz, um das Eintreten von fremden Körpern zu verhindern. Bei günstigem Wasserstande hat das Schiff bei einem stündlichen Kohlenverbrauch von 56 kg eine mittlere Geschwindigkeit von etwa 3,78 m je Sekunde erreicht. Beim Aufwärtsschleppen entwickelte es eine Zugkraft im Schlepptau von 450 kg.

Es wurde im Jahre 1893 auch ein größeres Strahlschiff von 33,5 m Länge, 3,7 m Breite und 0,65 m Tiefgang erbaut, das mit 2 Turbinen versehen war, die seitlich am Schiffskörper, etwa in der Mitte der Länge, angebracht waren (Abb. 380). Dies Schiff zeigte gleichfalls sehr beachtenswerte Leistungen, die von Busley an der erwähnten Stelle beschrieben und gewürdigt sind. Busley macht dabei den Vorschlag, bei Verwendung von nur einer Turbine diese ganz in das Innere des Schiffes zu legen, wobei man den Vorteil gewinnt, ohne Rücksicht auf den Tiefgang des Schiffes dem Laufrade eine beliebige Größe geben zu können. Solche Strahlschiffe würden dann besonders für sehr geringe Fahrwassertiefen geeignet sein.

Dieser Gedanke ist von dem Ingenieur E. Marchand in Paris im Jahre 1901 weiter verfolgt worden[2]. Bei dieser Anordnung tritt das durch die Turbine angesaugte Wasser radial aus ihr heraus und wird dahinter wieder in einem gemeinschaftlichen Ausflußrohr vereinigt. Marchand verwendet zwei hinter einander liegende Laufräder, von denen das hintere für den Rückwärts-

---

1) Busley, Turbinenpropeller mit Kontraktor. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1894, S. 1. Grosch, Das Strahlschiff »Dresden«. Civilingenieur 1895, Heft 5.

2) Schromm, Hydraulischer Turbinenpropeller. Zeitschrift des Österr. Ingen.- u. Arch.-Vereins 1901, nach dem Génie civil, Paris 1901.

Strahlschiff »Dresden« mit Zeunerscher Turbine, Abb. 378 und 379.

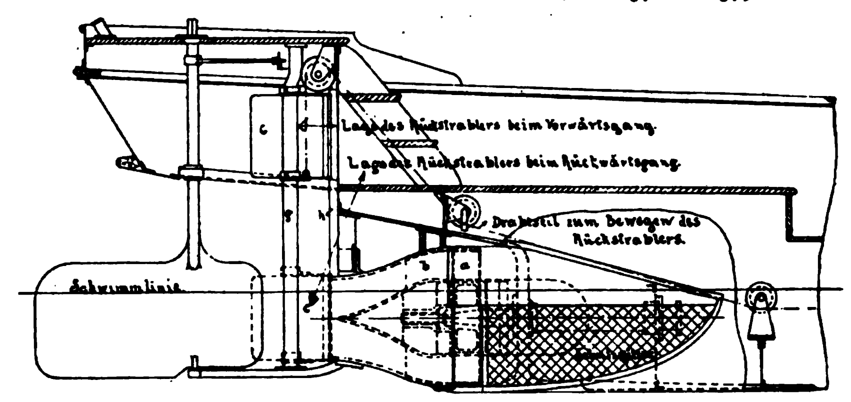


Abb. 378. Längsschnitt.

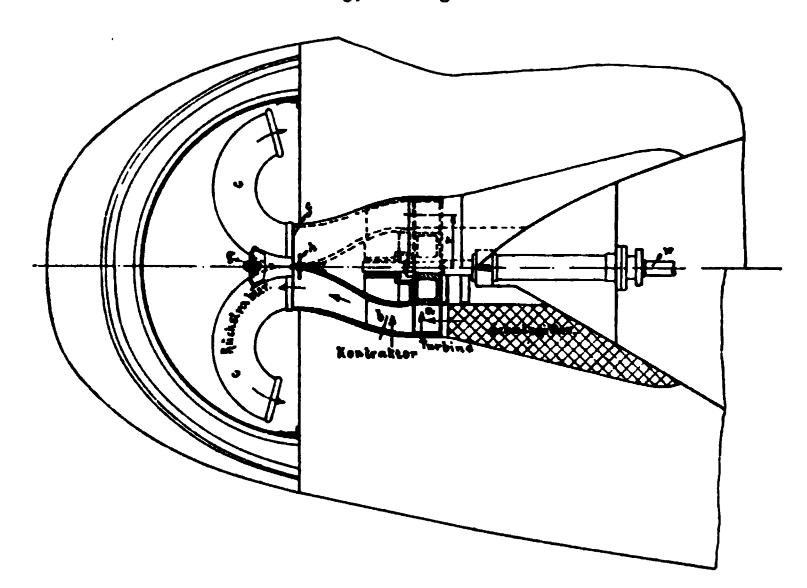


Abb. 379. Grundriß.

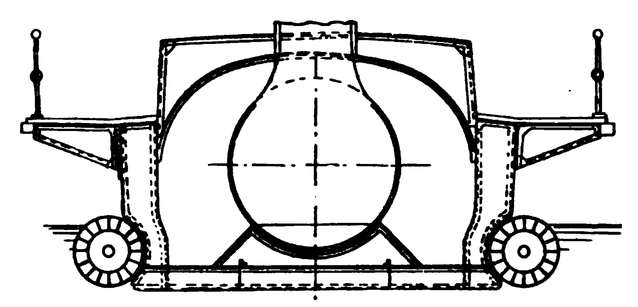


Abb. 380. Querschnitt durch ein Strahlschiff mit 2 seitlichen Turbinen.

gang benutzt wird, während die Welle ihre Drehrichtung behält. Aus Abb. 381 ist die Anordnung der Vorrichtung im Schiffe ersichtlich. Bei den Versuchen auf der Seine sollen gute Erfolge erreicht sein; doch liegen keine genaueren Angaben vor, und es ist auch über die weitere Verfolgung dieser Erfindung nichts bekannt geworden. Es ist zu vermuten, daß die Widerstände in den Röhren und besonders bei dem radialen Austritt des Wassers aus den Leitschaufeln des Laufrades recht bedeutend sind.

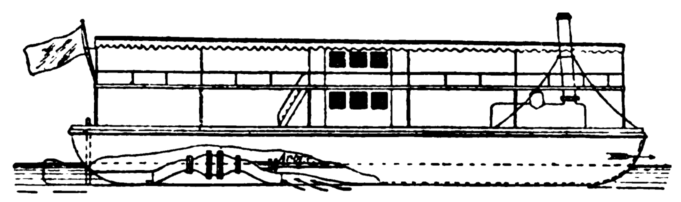


Abb. 381. Turbinenanordnung von Marchand.

Turbinen auf den Kettendampfern des Main, Abb. 382 bis 384.

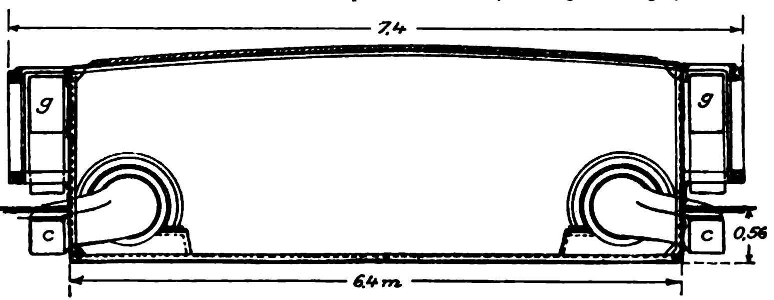


Abb. 382. Querschnitt des Schiffes.

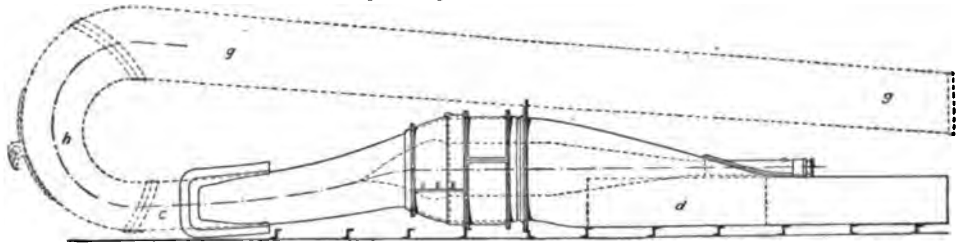


Abb. 383. Längsschnitt mit Ansicht einer Turbine.

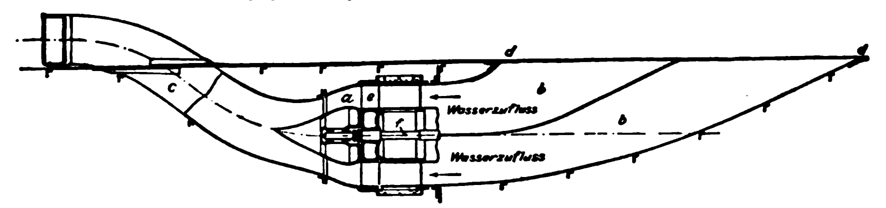


Abb. 384. Grundriß einer Turbine.

Die Werft Übigau hat ferner eine beachtenswerte Anordnung bei Kettendampfern mit Erfolg versucht. Es hatte sich das Bedürfnis herausgestellt, diese Schiffe für die Talfahrt ohne Benutzung der Kette mit eigenen Fortbewegungsmitteln zu versehen, und da die Verwendung von Schrauben mit Rück-

sicht auf die geringe Wassertiefe unzweckmäßig schien, wurden Turbinen eingebaut. Jedes Schiff erhielt deren zwei, die vollständig innerhalb des Schiffskörpers an den Bordwänden, etwa in der Mitte der Länge angebracht wurden (Abb. 382 bis 384). Die Wasserzuflußkanäle (*b*) liegen so tief in der Kimm, daß sie stets von Wasser bedeckt sind und das Ansaugen von Luft vermieden wird. Außen sind sie mit Schutzgittern (*d*) versehen. Ebenso sind die von dem Kontraktor kommenden Ausflußrohre (*c*) so durch die Schiffswände geführt, daß die Wasserstrahlen unter Wasser gleichlaufend mit den Schiffswänden ausfließen. Bemerkenswert ist der Rückstrahler (*h*), durch den für den Rückwärtsgang der Wasserstrom senkrecht gehoben und an der Schiffswand entlang durch ein besonderes Rohr (*g*) nach hinten geführt wird. Der Rückstrahler ist um eine wagerechte Achse in senkrechtem Sinne drehbar. In Abb. 383 ist er für den Rückwärtsgang eingestellt; wird er um etwa 90° gedreht, so strömt das Wasser durch das Rohr *c* frei aus und das Schiff geht vorwärts.

Mit solchen Turbinen sind in den Jahren 1894 und 1896 zwei Kettendampfer auf der Elbe und in den Jahren 1898 bis 1900 fünf Kettendampfer auf dem oberen Main ausgerüstet worden. Bei den ersteren größeren Schiffen (52,25 m lang, 8,2 m breit, 0,7 m Tauchtiefe) wurden Turbinen von 1,1 m lichter Durchflußweite, 300 mm radialer Radweite und 190 Umdrehungen angebracht, die von zwei Dampfmaschinen mit zusammen 220 PSi angetrieben wurden, wobei eine Geschwindigkeit von 3,25 m je Sekunde erreicht wurde. Die auf den Kgl. Baierischen Kettendampfern des Main (46 m lang, 6,4 m breit und 0,56 m Tauchtiefe) verwendeten Turbinen, denen die Abbildungen 282 bis 284 entsprechen, haben lichte Durchmesser von 850 mm, radiale Radweiten von 206 mm und machen 250 Umdrehungen. Sie werden durch 2 Maschinen von zusammen 130 PSi angetrieben und bewirken eine Geschwindigkeit von 3,1 m je Sekunde[1]).

Die eingezogenen Erkundigungen darüber, wie sich diese Zeunerschen Turbinen in dauerndem Betriebe bewährt haben, ergaben im allgemeinen für die Anwendung bei Kettendampfern ein günstiges, im übrigen ein ziemlich ungünstiges Urteil. Auf der Elbe sind die beiden Kettendampfer seit 15 Jahren im Betriebe und man ist mit den Leistungen der Turbinen zufrieden. Die baierische Main-Kettenschiffahrt hat außer den 5 oben erwähnten in neuester Zeit noch 4 Kettendampfer (bis 1911) eingestellt, die wieder mit Turbinen ausgerüstet worden sind, und das Kgl. Baierische Verkehrsministerium ist mit der Leistung der Turbinen sehr zufrieden. Anders ist es mit den für den staatlichen Baudienst auf der Elbe gelieferten Schiffen.

Die beiden Schiffe für die sächsische Wasserbauverwaltung sind mit den Zeunerschen Turbinen nur etwa 10 Jahre lang gelaufen, weil sich mancherlei Mängel im Betriebe herausstellten: Zunächst genügte die Rückwärtsbewegung nicht und dies beeinträchtigte die Sicherheit des Betriebes. Ferner zeigte sich der Kontraktor unzweckmäßig bei treibendem Eise,

1) August Jahnel, Flußfahrzeuge von weniger als 75 cm Tiefgang. Bericht zum 9. Intern. Schiff.-Kongreß in Düsseldorf, 1902. Auch: Zeitsch. d. V. D. Ing. 1901. Aufsatz von Ed. Weiß.

da sich dies in ihm festsetzte und ihn verstopfte; auch mußten die Turbinen stets vor dem Einfrieren besonders geschützt werden, wozu es nötig wurde, die Schiffe im Winter aufs Land zu nehmen. Aber nicht nur Eisstücke, sondern auch andere im Wasser schwimmende Gegenstände, Holzstücke u. dgl. wurden häufig durch die Turbinen angesaugt und verstopften sie. Außerdem ergab sich ein großer Kohlenverbrauch und es wurde über die starken Erschütterungen der Schiffe geklagt. In den Jahren 1902 und 1906 wurden daher die beiden Schiffe umgebaut, indem man das kleinere mit einer gewöhnlichen Schraube und das größere mit Seitenrädern ausrüstete. Damit wurde eine ebenso große Schnelligkeit bei geringerem Kohlenverbrauch und verminderten Unterhaltungskosten erreicht. Allerdings hat der Tiefgang des größeren Schiffes dabei von 65 cm auf 73 cm zugenommen.

Auch eine im Jahre 1893 für die preußische Elbstrom-Bauverwaltung gebaute Dampfbarkasse mit einer solchen Turbine hat sich auf die Dauer nicht bewährt, weil sich etwa dieselben Übelstände herausstellten. Dazu kam noch, daß der Kontraktor beim Anstoßen an Steine oder andere Hindernisse häufig starke Verbiegungen erlitt, durch die zuweilen das Laufrad festgebremst wurde, so daß die Maschine zum Stillstand kam. Die Barkasse wurde daher im Jahre 1899 mit einer Schraube versehen.

Nach einer Mitteilung von Merczyng[1]) sollen Turbinen auch in Rußland vielfach angewandt worden sein, wobei sich in ähnlicher Weise herausgestellt hat, daß sie allerdings in tiefem Wasser sehr gut arbeiten, in seichten Flüssen mit lehmiger oder sandiger Sohle aber nicht brauchbar sind, weil von diesen Stoffen zu viel in die Turbine eingesaugt wird. Ob diese Turbinen nach der Zeunerschen Form gebaut waren, ist nicht bekannt.

Nach einer Zeitungsnachricht soll im Herbst 1910 auf der Loire bei Nantes ein Herr Mathé aus La Rochelle erfolgreiche Versuche mit einem neuen Strahlschiffe gemacht haben; doch ist nichts näheres darüber bekannt geworden.

2. Kraftschiffe mit Dampfmaschinen, Dampfschiffe.

Heizstoffe und Verbrennung.

Zur Heizung der Dampfschiffskessel werden sowohl feste Heizstoffe, Holz, Torf, Braun- und Steinkohlen, als auch flüssige, rohes Erdöl, Erdölrückstände und Teeröle verwendet.

Holz wurde in den ersten Zeiten der Dampfschiffahrt vielfach zur Heizung benutzt, besonders in Amerika, wo bis zum Jahre 1836 fast nur Kiefernholz verbrannt wurde. Jetzt wird es noch zuweilen in Rußland, Sibirien und in anderen Ländern verwendet, wo man keine besseren Brennstoffe hat. Torf wird selten benutzt. Ganz ungeeignet ist der jüngste, der Rasentorf; der darunter liegende schwerere Erdtorf und der älteste und schwerste, der Pechtorf, sind besser und entsprechen in ihrer Leistung etwa dem Nadelholz[2]). Braunkohlen werden im Gebiet der Elbe oft verwendet. Man unterscheidet die jüngeren, die faserigen und erdigen, von den älteren, den muscheligen in Stücken. Die ersteren sind für Schiffskessel nicht geeignet. Frisch geförderte Braunkohlen haben zwar einen hohen Wassergehalt (30 bis 50 v. H.), sind aber den abgelagerten vorzuziehen, weil diese an der Luft eine langsame Zersetzung erleiden, wodurch sie an Heizwert verlieren. Steinkohlen bilden den wichtigsten Heizstoff für Schiffskessel. Nach ihrem Verhalten auf dem Rost unterscheidet man: trockene oder Sandkohlen, die beim Verbrennen in kleinere nicht aneinander haftende Stücke zerspringen; Sinterkohlen, die in größeren Stücken verbrennen, ohne zu zerfallen, während die kleineren Stücke lose aneinander haften, ohne sich aufzublähen; Backkohlen, die sich beim Verbrennen aufblähen und zu einem Brei zusammenschmelzen. Mit dem Alter der Steinkohlen nimmt ihr Gehalt an Sauerstoff ab. Die sauerstoffreichsten Kohlen, die mit langer Flamme verbrennen, nennt man zuweilen Flammkohlen. Das sind gasreiche Backkohlen mit 10 bis 14 v. H. Sauerstoff, gasreiche Sinterkohlen mit 14 bis 17 v. H. und gasreiche Sandkohlen mit über 17 v. H. Sauerstoff. Anthrazit ist eine sehr sauerstoffarme Kohle mit nur etwa 3 v. H.

1) Flußschiffe von weniger als 75 cm Tiefgang. Bericht zum 9. Intern. Schiff.-Kongreß in Düsseldorf. 1902.

2) Busley, Die Schiffsmaschine. Kiel u. Leipzig. 1901.

Nach dem Verhältnis des Bitumens (d. h. der die Flamme bildenden Stoffe) zu dem zurückbleibenden Koks unterscheidet man bituminöse Kohlen mit über 30 v. H. Bitumen, halbbituminöse mit 30 bis 15 v. H., wenig bituminöse mit 15 bis 10 v. H. und nicht bituminöse mit weniger als 10 v. H. Am meisten Bitumen haben die gasreichen Sand- und jüngeren Sinterkohlen sowie die backenden Gaskohlen (48 v. H. bis 44 v. H. bis 33 v. H.). Bei den Backkohlen schwankt der Gehalt zwischen 15 v. H. bis 33 v. H., während gasarme, ältere Sinterkohlen 10 v. H. bis 15 v. H. und magerer Anthrazit nur 5 v. H. bis 10 v. H. Bitumen enthalten. Man unterscheidet ferner langflammige und kurzflammige Kohlen. Zu den ersteren werden die Sandkohlen (trockene bituminöse K.), die Sinterkohlen (sinternde bituminöse K.) und die Gaskohlen (backende bituminöse K.) gerechnet; zu den letzteren die Fettkohlen (backende halbbituminöse K.), die Eßkohlen (sinternde wenig bituminöse K.) und die Anthrazite (magere nicht bituminöse K.).

Die oberschlesischen Kohlen sind meistens Sandkohlen; es werden bei Waldenburg aber auch Gas- und Sinterkohlen gefördert. Die Saarkohlen sind größtenteils Sand- und Sinterkohlen, außerdem schwach backende Gaskohlen. Die Kohlen im oberen westfälischen Becken sind Gaskohlen. An kurzflammigen Kohlen kommen Fett- und Eßkohlen im mittleren und unteren westfälischen Becken, im Wurmrevier bei Kohlscheid und im Inderevier bei Eschweiler vor.

Die schottischen Bogheadkohlen sind sehr bituminös und den Cannelkohlen verwandt, die wieder den muscheligen Braunkohlen oder Pechkohlen sehr nahe stehen. Die schottischen Splintkohlen sind größtenteils Sandkohlen, die New-Castlekohlen meistens Backkohlen und die Welshkohlen gleichen den Eßkohlen.

Alle festen Heizstoffe enthalten außer den brennbaren Bestandteilen (besonders Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff) noch unverbrennliche Teile, die Asche und einen gewissen Wassergehalt, dessen Menge den Heizwert beeinflußt.

In der nebenstehenden aus Busley entnommenen Zusammenstellung sind in den Spalten 1 bis 7 die Bestandteile der verschiedenen festen Heizstoffe in Mittelwerten angegeben:

In den Spalten 3 bis 5 ist die chemische Zusammensetzung in Gewichtsteilen des völlig reinen Brennstoffs nach Abzug des Wasser- und Aschegehalts angegeben.

In Spalte 6 bezieht sich der Wassergehalt auf den lufttrockenen gewöhnlichen Zustand.

In Spalte 7 ist der Aschegehalt nach dem Ergebnis der Untersuchung im Laboratorium angegeben, mithin nicht mit den Verbrennungsrückständen in den Feuerungen der Schiffskessel zu verwechseln.

Die Heizkraft eines Brennstoffs ist die Anzahl von Wärmeeinheiten, die bei der Verbrennung (d. h. bei der Verbindung mit Sauerstoff unter Feuererscheinung) von 1 kg entwickelt werden. Der Verbrennungsvorgang ist ein gleichzeitig stattfindender doppelter und besteht: erstens in dem Entgasen des Brennstoffs, Mischen der Gase mit der Verbrennungsluft und Verbrennen der Gase als Flamme; zweitens in dem Verbrennen der bei der Vergasung zurückbleibenden festen Teile (z. B. Koks oder Holzkohle) durch nur an der Oberfläche stattfindende Verbrennung (Oxydation).

Wärmeeinheit (WE) nennt man die Wärmemenge, die man braucht, um 1 kg Wasser von 0^0 auf 1^0 C zu erwärmen (Kalorie).

Nach Joule und anderen Forschern ist wahrscheinlich WE = 424 mkg und diese Arbeit von 424 mkg heißt der Arbeitsgleichwert der Wärmeeinheit oder das mechanische Wärmeäquivalent.

Die absolute Heizkraft oder Verbrennungswärme kann nur durch kalorimetrische genaue Versuche oder auf chemischem Wege bestimmt

Feste Heizstoffe.

Nr.	Art des Brennstoffs	Bestandteile					Heizwert			Heizgase			Gewicht und Raum		
		Durchschnittliche Zusammensetzung des chemisch reinen Brennstoffs:			Im rohen, lufttrockenen Brennstoff mittlerer Gehalt an:		Mittlere absolute Heizkraft	Verbrennungswärme	Mittlere nutzbare Verdampfungskraft	Theoretisch erforderliche Luftmenge für die Verbrennung von 1 kg	Aus der Verbrennung entstehende Gase		Mittleres spezifisches Gewicht	Mittleres Gewicht von 1 Raummeter	Erforderlicher Raum für 1 Tonne im Mittel
		Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Wasser	Asche					von 0°	von 300° C			
		in Hundertsteln des Gewichts					WE	Grad C	kg	m³	m³	m³		kg	m³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Laubholz	48,5	6,2	45,3	17	1,0	2800	1900	2,5	3,5	4,2	8,8	0,65	420	2,60
2	Nadelholz	50,2	6,1	43,7	15	0,5	3600	2200	3,5	3,8	4,5	9,5	0,50	380	3,00
3	Rasentorf	55,2	6,0	38,8	30	5,0	2500	1800	1,5	4,0	4,6	9,7	0,38	250	4,00
4	Erdtorf	60,5	5,9	33,6	25	8,0	3500	2100	3,0	4,2	4,8	10,0	0,50	450	2,30
5	Faserige Braunkohle . .	69,8	5,9	24,3	20	7,5	3600	2200	2,0	4,3	5,0	10,5	0,90	600	2,00
6	Erdige Braunkohle . .	74,2	5,8	21,0	20	10,0	4500	2300	4,5	4,8	5,5	11,5	1,10	700	1,50
7	Jüngere Steinkohle . .	76,2	5,6	18,2	5	5,0	6500	2600	7,0	7,0	7,4	16,0	1,25	750	1,30
8	Ältere Steinkohle . . .	90,5	5,0	4,5	5	3,0	7800	2700	8,0	8,0	8,4	18,0	1,30	900	1,25
9	Pennsylvanischer Anthrazit	94,2	2,5	3,3	3	2,0	8000	2750	9,0	8,5	8,7	18,3	1,50	1000	1,20
10	Isère-Anthrazit	96,8	1,5	1,7	3	4,0	8200	2800	10,0	8,6	8,8	18,5	1,70	1100	1,15

werden. Für die Ausführung nach letzterwähnter Art sind von dem Verein deutscher Ingenieure und von dem Verband der Dampfkessel-Überwachungsvereine im Jahre 1884 bestimmte Vorschläge gemacht[1]). Mittlere Zahlenwerte sind in der Spalte 8 der Tabelle angegeben.

Die nutzbare Heizkraft ist die Anzahl der Wärmeeinheiten, die 1 kg des fraglichen Brennstoffs in einer Dampfkesselfeuerung an das Kesselwasser abgibt. Sie ist erheblich kleiner, weil bei der stets unvollkommenen Verbrennung unverbrannte Bestandteile durch den Schornstein entweichen. Bei vollkommener Verbrennung würden nur Stickstoff, Kohlensäure, schweflige Säure und Wasserdampf, also farblose Gase, entweichen. Der oft entstehende Rauch ist ebenso wie der Ruß unverbrannter Kohlenstoff. Sie entstehen besonders beim Beschicken des Feuers. Durch die geöffnete Feuertür dringt dann plötzlich viel kalte Luft ein und entzieht dem Feuer so viel Wärme, daß ein Teil der in den Brenngasen enthaltenen Teerdämpfe niedergeschlagen (kondensiert) wird. Diese schwer brennenden niedergeschlagenen Teerdämpfe vermischen sich mit dem Ruß, der aus reinem Kohlenstoff besteht, zu Rauch. Während Ruß fast geruchlos und nicht klebrig ist, bekommt Rauch den bekannten scharfen Geruch und seine Klebrigkeit durch die Teerdämpfe. Das Fehlen von Rauch ist aber noch kein sicheres Zeichen einer vollkommenen Verbrennung; denn auch unverbranntes Kohlenoxydgas ist farblos. Der wirklich in einer Feuerung erreichte Verbrennungsgrad ist nur durch eine chemische Rauchanalyse festzustellen.

Man ermittelt die nutzbare Heizkraft in folgender Weise: Wenn während eines bestimmten Zeitraums dem Kessel eine Speisewassermenge (D kg) von der Wärme t^0 zugeführt wurde und dabei K kg Brennstoff verbraucht sind, so ist die gesamte in dieser Zeit von dem Kesselwasser aufgenommene Wärmemenge $= D(\lambda - t)$ WE, worin λ die der Dampfspannung entsprechende Gesamtwärme ist. Es entfallen also auf 1 kg Brennstoff:

$$\frac{D(\lambda - t)}{K} \text{ WE.}$$

Für Steinkohlen schwankt dieser Wert zwischen 4500 und 5500 WE nach der Güte der Kohlen und der Feuerungen.

Die Verbrennungswärme (pyrometrische Heizkraft) ist die bei der Verbrennung von 1 kg Brennstoff erzeugte Wärme in Graden C. Da die Pyrometer zur genauen Messung dieser Wärme nicht genügen, muß sie aus den bei der Verbrennung entwickelten Gasen, aus deren Wärme und aus der absoluten Heizkraft berechnet werden. Da die Wärme der Verbrennungsgase nicht genau bekannt ist, kann die Berechnung nur angenähert gemacht werden. Mittlere Werte sind in der Spalte 9 der vorstehenden Tabelle mitgeteilt.

Die Verdampfungskraft eines Brennstoffs ist die Anzahl kg Wasser von 0°, die durch die Verbrennung von einem kg Brennstoff in Dampf von 100° C verwandelt werden können.

Da die Wärmemenge des aus Wasser von 0° entstandenen Dampfes bei 100° 637 WE beträgt und die nutzbare Heizkraft $\frac{D(\lambda - t)}{K}$ WE, so ist die nutzbare Verdampfungskraft $= \frac{D(\lambda - t)}{637 \cdot K}$ kg Wasser. (Spalte 10 der Tabelle gibt mittlere Werte.)

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1884, S. 860.

Ebenso ist die theoretische Verdampfungskraft $= \frac{\text{Theoretische Heizkraft}}{637}$ kg Wasser. Sie ergibt sich zu 11,4 bis 11,6 kg Wasser, die von einem kg mittlerer Steinkohlen verdampft werden. Bei den besten Kohlenarten steigt der Wert bis beinahe 15 kg Wasser.

Die für Schiffsfeuerungen benutzten Steinkohlen müssen große Heizkraft, Gewicht und Festigkeit haben, wenig Rückstände und Rauch geben, leicht entzündlich sein und schwach backen. Der Heizwert und die von der Güte der Feuerung abhängige Verdampfungskraft beträgt (nach Busley) bei gewöhnlichem Betriebe etwa:

bei geringen Kohlen und verschmutzten Kesseln .	6 kg	Wasser
» mittleren Kohlen und nicht ganz reinen Kesseln	7 »	»
» guten Kohlen und reinen Kesseln	8 »	»
» besten Kohlen und neuen Kesseln	9 »	»

Eine 9fache Verdampfung ist nur bei Probefahrten unter sehr günstigen Bedingungen zu erreichen.

Großes Gewicht ist darum von Wert, weil man dann in den Bunkern, deren Größe oft aus Mangel an Raum beschränkt werden muß, einen möglichst großen Vorrat von Brennstoff unterbringen kann. Große Festigkeit ist nötig, um beim Einladen und Herausholen aus den Bunkern nicht zu viel Grus zu erhalten. Die Rückstände, Schlacken auf dem Rost, Asche, Flugasche und Ruß in der Rauchkammer und den Feuerröhren schwanken nach den angestellten Ermittelungen zwischen 0,03 bis 0,20. Kohlen mit Rückständen von mehr als 0,08 bis 0,10 sind für Schiffszwecke nicht geeignet. Leicht entzündliche Kohlen verbrennen schnell und das ist ein Vorteil. Leichte Kohlenarten verbrennen im allgemeinen schneller als schwere und Stückkohlen schneller als mit Grus gemischte. Unter sonst gleichen Umständen hängt die Schnelligkeit von der Stärke des Luftzugs ab. Als Maßstab dient die stündlich auf 1 m² Rostfläche verbrannte Gewichtsmenge, die außerdem sehr von der Geschicklichkeit des Heizers abhängt.

Bei den gebräuchlichsten Schiffskesseln mit rückkehrender Flamme verbrennen bei natürlichem Zuge stündlich auf 1 m² Rostfläche: bei langsamem Heizen 40 bis 60 kg und bei starkem Heizen 80 bis 100 kg Kohlen. Bei künstlichem Luftzug oder Unterwind verbrennen bei schwachem Zuge (bis 30 mm Wassersäule) 120 bis 150 kg und bei starkem Zuge (über 50 mm Wassersäule) 150 bis 180 kg. Der Kessel wird bei schwachem Heizen geschont und bei starkem Heizen angestrengt.

Zum Belegen einer Feuerung braucht man je m² Rostfläche 100 bis 120 kg Kohlen und zum Unterhalten des Feuers 5 bis 8 kg je Stunde und m² Rostfläche. Stark backende Kohlen verkleben die Roste.

Die besten Kohlen für Schiffskessel sind die wenig bituminösen kurzflammigen Eßkohlen, zu denen auch die Welshkohlen zu rechnen sind. Sie haben aber einen hohen Preis. Am meisten werden namentlich für Seeschiffe die halb bituminösen kurzflammigen Fettkohlen benutzt, zu denen viele bessere westfälische Arten gehören. Namentlich die leicht backenden sind sehr brauchbar. Bituminöse langflammige Kohlen eignen sich für Schiffskessel nicht.

Äußerlich sind Steinkohlen schwer zu beurteilen: Sie dürfen nicht verwittert, naß oder grushaltig sein, sollen dagegen ein schwarzglänzendes Aussehen haben und beim Zerdrücken und Zerreiben einen glänzenden Staub hinterlassen. Kohlen von braunem oder grauem Aussehen, schieferigem Bruch und erdigem Staub sind von geringer Güte.

Die zur Verbrennung erforderliche Luftmenge ergibt sich aus der nötigen Sauerstoffmenge, weil 1 kg Luft etwa 0,23 kg Sauerstoff enthält. Die nötige Sauerstoffmenge berechnet man aus den zur Verbrennung der einzelnen chemischen Bestandteile des Brennstoffs (Kohlenstoff, Wasserstoff, Schwefel usw.) erforderlichen Sauerstoffmengen.

In der Spalte 11 der vorstehenden Zusammenstellung sind die für je 1 kg Brennstoff erforderlichen theoretischen Luftmengen mitgeteilt. Diese Luftmengen sind aber für Dampfkessel mit natürlichem Zuge nicht ausreichend, man braucht vielmehr zu guter Verbrennung das 1,5- bis 2 fache, je nachdem die Kohlen wenig oder stark bituminös sind. Man gibt für

bituminöse Kohlen . . .	das 1,7	bis	2 fache	= etwa	13	bis	14 m³	= 16	bis	18 kg
halb bituminöse Kohlen .	» 1,5	»	1,7 »	= »	12	»	13 »	= 14	»	17 »
wenig bituminöse Kohlen .	» 1,3	»	1,5 »	= »	11	»	12 »	= 14	»	16 »

Bei künstlichem Zug oder Unterwind genügt beinahe die theoretische Luftmenge und man braucht nur wenig Überschuß zu geben.

Nicht nur die Menge der Luft, sondern auch die Art und Weise ihrer Zuführung ist zur guten Verbrennung von Bedeutung. Hell vom Feuer beleuchtete Aschenfälle und sehr wenig rauchende Schornsteine sind im allgemeinen günstige Zeichen, wenn auch jedesmal während des Öffnens der Feuertür die Luftmenge zu groß und während des Beschickens des Feuers vorübergehend zu klein ist. Die Luftmischung ist ungenügend, wenn einzelne Teile des Rostes freiliegen, so daß ein Teil der Luft entweichen kann, ohne die Kohlen zu durchdringen. Dann bleibt ein Teil des Kohlenstoffs unverbrannt und geht als Rauch davon. Infolge des zu starken Zuges pflegen auch die Kessel zu »brummen«.

Wenn die Luftmenge entweder infolge des verschlackten Rostes oder der durch Witterungseinflüsse verminderten Luftgeschwindigkeit zu klein wird, steigt die Verbrennungswärme, die Roste glühen, biegen sich durch und man empfindet im Heizraume größere, drückende Wärme. Sehr oft ist die Luftmenge zu groß, weil die Rostfläche zu groß ist. Dann geht viel Brennstoff ohne äußere Anzeichen durch den Schornstein verloren.

Der künstliche Zug, d. h. die ununterbrochene Zuführung der erforderlichen Luftmenge auf mechanischem Wege läßt sich entweder durch Saug- oder durch Preßluftanlagen bewirken. Man benutzt in der Regel Flügelgebläse, deren Räder 250 bis 300 Umdrehungen je Minute machen. Bei einer Saugluftanlage (künstlicher Zug) wird das Flügelrad gewöhnlich in der Rauchkammer angebracht, während bei einer Preßluftanlage (Unterwind) die Verbrennungsluft mit dem nötigen Überdruck durch die Roste in das Feuer gepreßt wird. Die sehr geringe Höhe dieses Drucks wird nicht in kg je cm², sondern in mm Wassersäule ausgedrückt (10000 mm Wasserdruck = 1 kg je cm²). Starker Unterwind von mehr als 30 mm wird nur bei Kriegschiffen verwendet. Für die Binnenschiffahrt kann nur schwacher Unterwind von 5 bis 15 mm in Frage kommen. Die Preßluft wird entweder in den Heizraum oder unmittelbar in den Aschfall oder in die Feuerung geleitet. Schwachen Unterwind pflegt man teils in den Aschfall, teils in die Feuerung zu führen. Wenn man die Preßluft in den Heizraum führt, muß dieser möglichst luftdicht abgeschlossen werden. Die Heizer leiden unter dem geringen Druck nicht, zumal der Raum luftig und kühl wird. Die geschlossenen Aschfälle erfordern kaum besondere Einrichtungen. Die vom Flügelrade in den Aschfall getriebene Luft tritt durch den Rost in die Feuerung und hat dort noch einen gewissen Überdruck, so daß beim Öffnen der Feuertür die Flammen in den Heizraum schlagen würden, wenn man nicht die Preßluft vorher absperrt.

Mit Preßluftanlagen, die nicht nur in den Aschfall, sondern auch in die Feuerung selbst Luft einführen, ist in der Regel eine besondere Vorwärmung der Luft innerhalb der Rauchkammer verbunden. Man hat beobachtet, daß die Feuerrohre der mit Saugluft betriebenen Kessel in geringerem Maße verschleißen als bei Preßluft. Aber in jedem Falle werden die Kessel stark angegriffen. Aus diesem Grunde hat man die Verwendung künstlichen Zuges bei der Binnenschiffahrt wieder aufgegeben, nachdem man vor etwa 20 Jahren damit Versuche gemacht hatte.

Außer dem künstlichen Zuge, dem Unterwinde und der Vorwärmung der Luft dienen bewegliche, verstellbare Aschfalltüren und Schieber in den Feuer-

türen dazu, die Luftzuführung zu regeln und Wärmeverluste zu verhüten. Auch eine angemessene Höhe des Feuerraums ist dazu von Bedeutung. An Stelle der Walzenkessel mit drei Feuerungen ordnet man deshalb oft nur zwei an, um geräumigere Feuerungen zu bekommen.

Eine sorgfältige Bedienung des Feuers ist zur Minderung der Wärmeverluste und zur Ersparnis von Brennstoff von der größten Wichtigkeit.

Da eine mechanische Zuführung von festen Brennstoffen auf Schiffen nicht gut ausführbar ist, müssen die Heizer ordentlich ausgebildet werden. Ein häufiger Fehler ist die verspätete Beschickung, nachdem das Feuer fast niedergebrannt ist. Bei den großen Mengen von Brennstoff, die dann auf den Rost geworfen werden, entwickelt sich soviel Kohlenwasserstoffgas, daß die zum Feuer gelangende Luft zur Verbrennung nicht genügt und es entweicht dann sowohl Kohlenoxyd wie Kohlenwasserstoff und besonders ausgeschiedener Kohlenstoff als Ruß und Rauch. Außerdem tritt während der längeren Zeit des Beschickens viel kalte Luft in die Feuerung, wodurch wieder die Rußbildung gefördert wird und auch die heißen Kesselteile nachteilig betroffen werden.

Durch Zurückschieben der entgasten glühenden Kohlen (Koks) nach der Feuerbrücke hin und durch Aufschütten des frischen Brennstoffs auf den freigemachten vorderen Teil des Rostes wird zwar die Rauchbildung sehr vermindert, aber diese Arbeit erfordert wieder längere Zeit, in der viel kalte Luft in die Feuerung tritt. Auch fallen dabei viele unverbrannte Koksstücke in den Aschfall.

Bei einem angestellten Wett-Heizversuche hat sich herausgestellt, daß an demselben Kessel von 11 geübten Heizern der beste mit 1 kg Steinkohlen 6,89, der schlechteste nur 4 kg Wasser verdampfte, d. i. also ein ungeheurer Unterschied von 0,44 in der Ausnutzung der Kohlen.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß bei Probefahrten eines neu gelieferten Dampfschiffs unter Leitung des Fabrikanten meistens ein viel geringerer stündlicher Kohlenverbrauch festgestellt wird, als man später im regelmäßigen Betriebe wieder erreichen kann.

Selbst bei den besteingerichteten Schiffskesseln und bei sorgfältiger Behandlung des Feuers betragen die Wärmeverluste nach den bisher angestellten genauen Untersuchungen im günstigsten Falle noch immer 0,15 bis 0,20 der absoluten Heizkraft und steigen bei schlechten Kesseln und ungeschickter Behandlung bis auf 0,50.

Man kann daher die nutzbare Heizkraft der bei Schiffskesseln gebräuchlichen Steinkohlenarten von etwa 7500 Wärmeeinheiten in günstigsten Fällen nur zu 6000 WE, in ungünstigen zu etwa 4000 WE veranschlagen, im Mittel zu 5000.

Flüssige Brennstoffe. Für die Binnenschiffahrt kommen natürliches, rohes Erdöl (Petroleum), Erdölrückstände und Kohlenteeröl in Frage, von denen die beiden ersten Brennstoffe die wichtigsten sind, weil sie in großen Mengen zu haben sind. Die nachstehende Tafel gibt die Förderung von rohem Erdöl auf der Erde in den Jahren 1901 und 1902 an.

Sie ist von dem Geologischen Amt der Vereinigten Staaten von Nordamerika aufgestellt und dem Bericht des Konteradmiral G. Melville für den X. Internationalen Schiffahrtkongreß in Mailand 1905 entnommen. Unter der Leitung dieses Herrn sind von der amerikanischen Kriegsmarine-Verwaltung in den Jahren 1902 und 1903 umfangreiche und sorgfältige Untersuchungen über die Verwendung von Erdöl zur Kesselheizung vorgenommen worden.

Die Mengen sind nach Hektolitern angegeben. Da die Dichtigkeit (spezifisches Gewicht) des Erdöls etwa 0,92 beträgt, ergibt sich die Gesamtförderung im Jahre 1901 zu rund 24 Millionen t und im Jahre 1902 zu rund 27 Millionen t. Die Zunahme beträgt mithin 0,12 und gegen das Jahr 1900 (nach Melville) 0,25. Die beiden wichtigsten Länder sind die Ver-

einigten Staaten und Rußland, die im Jahre 1901 rund 0,93 und im Jahre 1902 rund 0,91 der gesamten Ausbeute gefördert haben. Im letzteren Jahre haben die Vereinigten Staaten Rußland übertroffen. Gegenüber der Gesamtförderung von 27 Millionen t Erdöl veranschlagt das Geologische Amt der Vereinigten Staaten die Gesamtförderung von Kohlen auf etwa 853 Millionen t jährlich, die Menge des Erdöls beträgt mithin nur 0,03 davon.

Erdöl-Förderung auf der Erde.

Länder	1901		1902	
	hl	%	hl	%
Vereinigte Staaten	110 318 000	41,84	141 120 670	47,94
Kanada	910 200	0,35	826 720	0,28
Peru	114 887	0,04	95 392	0,03
Rußland	135 406 500	51,38	128 044 120	43,50
Galizien	5 169 500	1,96	6 585 500	2,24
Sumatra, Java und Borneo	4 830 890	1,84	9 316 600	3,17
Rumänien	2 235 630	0,85	3 275 080	1,11
Indien	2 274 630	0,86	2 571 294	0,87
Japan	1 748 840	0,67	1 896 696	0,64
Deutschland	498 630	0,19	562 287	0,20
Italien	16 057	0,02	19 078	0,02
Andere Länder	31 796		41 336	
Zusammen	263 555 560	100,00	294 354 773	100,00

Das Erdöl wird entweder in natürlichem Zustande als Rohöl zur Heizung verwendet oder man nimmt dazu nur die Rückstände (Masut, Astatki oder Naphthalin genannt[1]), welche bei der Brennöl- oder Schmieröldestillation übrig bleiben. Das **Rohöl** ist in der Regel mit leichtflüssigen und leichtentzündlichen Ölen gemischt, wodurch es einen niedrigen Entflammungsgrad bekommt und für den Gebrauch feuergefährlich wird.

Die Beimischung von solchen leicht entzündlichen Ölen beträgt z. B. bei den kaukasischen Erdölen 0,05 bis 0,06 und der Entflammungsgrad liegt über 20° C. Diese Öle verflüchtigen sich in offenen Gefäßen leicht und verlieren in 2 bis 3 Tagen dadurch 0,1 bis 0,15 ihres Gewichts. Von den amerikanischen Rohölen hat das wertvollere aus Pennsylvanien eine Beimischung von etwa 0,2 leichter Öle, wodurch der Entflammungspunkt auf 15° C heruntergedrückt wird. Dies Öl ist also sehr gefährlich. Es kommt übrigens schon wegen seines hohen Preises für die Heizung kaum in Betracht. Anders verhält es sich mit den Rohölen aus Kalifornien und aus Texas (und zum Teil auch mit Ölen aus Ohio und Indiana), die sich wegen ihrer Zusammensetzung zur Destillation nicht eignen, ein größeres Gewicht und besonders hohe Entflammungspunkte haben, die bei dem Rohöl aus Texas bei 93° und bei dem aus Kalifornien sogar bei 155° liegen. Diese Öle sind wohlfeil und daher sehr geeignet als Brennstoff. Das Rohöl aus Texas hat allerdings eine erhebliche Beimengung von Schwefel, der aber durch eine leichte teilweise Reinigung beseitigt werden kann (Bericht von Melville). Dadurch steigt der Entflammungspunkt auf etwa 115°, liegt mithin immer noch so hoch, daß die Verwendung des Öls zur Heizung keine Gefahr bringt.

Weil bei der Verwendung von kaukasischem Rohöl früher häufig Unglücksfälle vorgekommen sind, hat die russische Regierung vorgeschrieben, daß Öle mit einem Entflammungspunkt

1) In Rußland pflegt sowohl das Rohöl wie die Rückstände allgemein **Naphtha** genannt zu werden.

unter 70° C nicht zur Heizung benutzt werden dürfen. In Amerika ist diese Grenze bei 60°, vom englischen Lloyd bei 84° (gleich 200° Fahrenheit), in der deutschen Kriegsmarine bei 78° und bei anderen Kriegsmarinen bei 80° bis 100° C festgesetzt worden. Die letzte Zahl scheint angemessen. Die vor 8 bis 10 Jahren auf See vorgekommenen großen Unglücksfälle mit Erdöl sind darauf zurückzuführen, daß dies einen sehr niedrigen Entflammungspunkt von 30 bis 40° C hatte, was besonders in den Tropen sehr bedenklich ist[1]).

Die Erdölrückstände sind verschieden, je nachdem sie bei der Brennöl- oder bei der Schmieröldestillation übrig bleiben.

Im ersteren Falle betragen die Rückstände des pennsylvanischen Öls 0,05 bis 0,1, die des kaukasischen 0,4 bis 0,6 des Gewichts, im letzteren Falle bei kaukasischem Öl nur 0,2 bis 0,3. Der Entflammungspunkt dieser Rückstände liegt fast immer über 100° C, bei dem Astatki (aus dem Kaukasus) zwischen 120° bis 140° C. Die Rückstände sind zähflüssig und sirupartig und werden bei abnehmender Wärme (unter 0) leicht hart. Es hat sich als nötig herausgestellt, bei etwa — 12° C in den Vorratsbehältern Erwärmungsvorrichtungen, Dampfschlangen u. dgl. anzulegen.

Bei steigender Wärme dehnen sich die Heizöle aus, und der Ausdehnungsbeiwert beträgt 0,0007 bis 0,0009. Z. B. bei einer Wärmezunahme von 22° auf 23° wächst ihr Volumen um 0,015 bis 0,02. Alle Aufbewahrungsräume und Bunker müssen darauf eingerichtet werden. Ferner entwickeln sich aus dem Öl bei wechselnder Wärme Gase und Dämpfe, für deren gefahrlose Abführung alle Behälter mit Lüftungsrohren versehen werden müssen (vgl. S. 336). Außerdem ist zu berücksichtigen, daß fast alle Heizöle einen kleinen Gehalt von Wasser besitzen, der im allgemeinen gleich 0,02 ist, bei Astatki aber nach den Mitteilungen von Renner[2]) nur 0,002 betragen soll. Da das Wasser schwerer ist als das Öl, sondert es sich am Boden der Behälter ab und muß von dort zeitweise beseitigt werden.

In der nachfolgenden Tafel sind die wichtigsten Angaben über die chemische Zusammensetzung, den Heizwert und das Gewicht der bekanntesten Heizöle zusammengestellt. Sie sind vorwiegend für Amerika den Mitteilungen von Melville, für Rußland denen von Rennert entnommen worden.

Ein Vergleich mit der früher mitgeteilten Tafel (S. 493) zeigt sofort die großen Vorzüge der flüssigen Brennstoffe gegen die festen. Während selbst die beste Steinkohle nur 7800 WE besitzt, haben die Erdöle und ihre Rückstände 10300 bis 11500 WE. Die mittlere nutzbare Verdampfungskraft (von 1 kg Brennstoff) beträgt bei der besten Steinkohle 8, bei diesen Ölen 12,7 bis 16 kg Wasser. Das Verhältnis ist etwa wie 4 zu 7[3]). Man braucht für die gleich lange Reise also weniger Vorrat mitzunehmen und auch der für 1 t Öl erforderliche Raum von 1,1 m³ ist kleiner als der für 1 t Kohle erforderliche von 1,25 m³. Dazu kommt der große Vorteil, besonders für die Binnenschiffahrt, daß es bei der Ölfeuerung weder Rauch noch Asche, noch Ruß, noch Kohlenstaub gibt.

---

1) Ancona, Generalbericht zum Mailänder Kongreß 1905.

2) Naphthaheizung auf Dampfschiffen. Verbandschrift des Deutsch-Österreichisch-Ungarischen Verbandes für Binnenschiffahrt, 1899. Berlin, Siemenroth & Troschel.

3) Melville ist der Meinung, daß nach den angestellten Versuchen dies Verhältnis in gleichmäßigem Betrieb sich wie 10 zu 17 ergeben würde, also etwa ebenso.

Flüssige Brennstoffe.

Nr.	Art und Herkunft des Brennstoffs	Bestandteile des Brennstoffs im Durchschnitt in Gewichtsteilen				Heizwert		Dichte (Spezifisches Gewicht)
		Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Schwefel	Mittlere absolute Heizkraft	Mittlere nutzbare Verdampfungskraft	
		in Hundertsteln				WE	kg	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Erdöl aus Pennsylvanien	84,9	13,7	1,4	—	11 500	15,0	0,88
2	» » Texas, roh	84,6	10,9	2,87	1,63	10 590	14,0	0,924
3	» » » teilweise gereinigt	83,3	12,4	3,8	0,50	10 320	13,5	0,926
4	» » Kalifornien	81,5	11,0	mit N 6,95	0,55	10 370	12,7	0,966
5	» » Java	87,2	12,0	0,9	—	10 700	—	0,923
6	» » dem Kaukasus, leichtes	86,3	13,6	0,1	—	10 800	16,0	0,884
7	» » » » schweres	86,6	12,3	1,1	—	11 500	15,5	0,938
8	Rückstände: Astatki I	86,8	12,8	0,5	—	10 600	13,75	0,91 bis 0,93
9	» » II	86,3	12,8	1,0	—	10 640		
10	» » III	87,1	12,7	0,1	—	10 600		
11	Steinkohlenteer, roh	87,2	5,3	7,5	—	8 600	10,0	1,20
12	Steinkohlenteeröl	89,0 90,0	7,5 6,5	2,5 3,5	mit N	8 800 u. mehr	— —	1,0

Da das Öl aus dem gewöhnlich über dem Kessel angeordneten Behälter von selbst ausfließt und in dem Feuerraum durch einen Zerstäuber verteilt wird, braucht man keine fortwährende Bedienung des Kessels. Die Stellung des Zuflußhahns ist so einfach, daß dazu kein geschulter Heizer nötig ist. Auf kleinen Schiffen kann diese geringfügige Arbeit von dem Maschinisten mitbesorgt werden, so daß eine bedeutende Ersparnis an Löhnen für die Heizer eintritt. Auch können der Heizraum und die Bunker verkleinert werden, da man das Öl an beliebigen Stellen aufbewahren kann, die sonst keine gute Verwendung finden.

Auf den Wolgadampfern ist es üblich, den Ölvorrat in den beiden Schiffsenden (in der Piek) unterzubringen. Beide Räume werden durch ein am Schiffsboden liegendes Rohr (etwa 100 mm weit) verbunden, und von diesem Rohr wird durch eine Hand- oder Dampfpumpe nach Bedarf entweder der auf dem Kessel angeordnete Ölbehälter oder der Zerstäuber unmittelbar gespeist.

Das Reinigen des Kessels und das Ausfegen der Feuerrohre fällt fort. Der Kessel selbst hält länger, weil die Feuertür während des Betriebs nicht geöffnet wird, so daß die Kesselbleche und die Röhren durch Einströmen von kalter Luft nicht geschädigt werden. Dabei werden auch die sonst bei der Beschickung unvermeidlichen Schwankungen der Dampfspannung verhütet, was namentlich bei Kesseln mit hohem Druck sehr wichtig ist. Die vollständige und plötzliche Abstellung des Feuers beim Stillstand der Maschine oder in Fällen der Gefahr erfolgt durch einen Handgriff an einem Hahn, der den Ölzufluß absperrt.

Zu diesen sehr erheblichen Vorteilen wird von Renner noch angeführt, daß durch die gleichmäßige Verbrennung des Öls in fein zerstäubter Form eine bessere Ausnutzung der Kesselheizfläche erfolgt und man diese darum kleiner machen kann. Aber die sorgfältigen amerikanischen Untersuchungen haben im Gegenteil ergeben, daß es vorteilhafter ist, die Heizfläche bei Ölfeuerung zu vergrößern und auch für einen reichlichen Feuerraum zu sorgen, damit eine innige Vermischung zwischen dem Ölstaub und dem Sauerstoff der zugeführten Luft erreicht wird und der erstere nicht unverbrannt nach dem Schornstein getrieben wird. Zur Herbeiführung einer vollständigen Verbrennung ist es auch zweckmäßig, den Feuerraum ganz mit Chamottesteinen auszumauern und außerdem durch geeignete Einbauten den Weg der Heizgase zu verlängern, namentlich bei Anwendung von Wasserrohrkesseln. Wichtig ist es nach Melville, daß eine kurze Flamme erreicht wird. Als sehr vorteilhaft hat sich auch die Vorwärmung der Verbrennungsluft erwiesen. Die theoretisch erforderliche Luftmenge beträgt für 1 kg flüssigen Brennstoff 11 bis 11,5 m3; doch wird die Zuführung einer um 0,3 bis 1 m^3 vermehrten Menge für erforderlich gehalten. Melville weist auf die Wichtigkeit hin, die Luftmenge sorgfältig zu regeln, weil bei zu starker Luftzuführung die Verbrennung unvollständig wird.

Einer der wichtigsten Teile der Ölfeuerung ist der Zerstäuber. Man hat die verschiedensten Anordnungen erfunden, die sich als Schlitz-, Rohr- und Düsenzerstäuber unterscheiden lassen. Die letzteren dürften den Vorzug verdienen. Ferner unterscheidet man Luftstrahl- und Dampfstrahlzerstäuber, je nachdem das Öl durch Preßluft oder durch Dampf zerstäubt wird. In jedem Falle wird dazu eine gewisse Kraft, also ein gewisser Dampfverbrauch erforderlich, der je Stunde und Pferdestärke bei den besten Düsenzerstäubern 0,5 bis 1 kg (je nach der Dampfmaschine) beträgt oder etwa 0,03 von dem gesamten Dampfverbrauch. Für die beste Vorrichtung wird das neueste Patent von Körting gehalten.

Anordnung des Körtingschen Zerstäubers, Abb. 385 bis 387. 1 : 40.

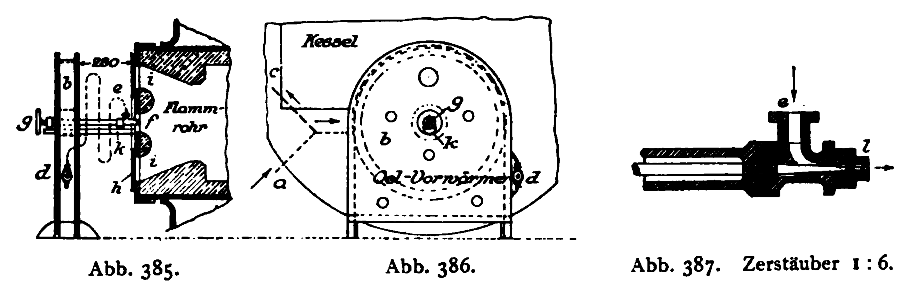


Abb. 385. Abb. 386. Abb. 387. Zerstäuber 1 : 6.

Dabei wird das Öl durch eine von der Maschine betriebene Pumpe unter Druck gesetzt und in einem Vorwärmer (*b*) gerade so weit erhitzt, daß es beim Austritt in das unter atmosphärischem Luftdruck stehende Flammrohr plötzlich durch innere Dampfbildung sich in Ölnebel auflöst. Das Ölrohr (*f*) mündet durch die Feuertür und eine Streudüse mit Schraubenführung (*l*) in den Feuerungsraum; dabei reißen die Öldämpfe gleichzeitig die durch verstellbare Öffnungen (*i*) in der Feuertür (*h*) eintretende Luft mit sich. Mit diesem Zerstäuber werden durch 1 kg Öl 14 bis 15 kg Wasser verdampft.

Die Abb. 385 bis 387 stellen die Einrichtung der Ölfeuerung auf den Dampfschiffen der Teltowkanal-Verwaltung dar. Dort wurde diese Feuerung gewählt, um die Anwohner des Kanals vor der Rauchplage zu schützen. Es wird Steinkohlenteeröl (Nr. 12 der Tafel) mit einem über 86° liegenden Entflammungspunkt benutzt, das zurzeit von der Deutschen Teerprodukten-Vereinigung aus der in Erkner bei Berlin gelegenen Fabrik (für den Preis von 34 Mark je t) geliefert wird. Zur Beförderung nach dem Teltowkanal ist ein Kastenschiff mit Heizvorrichtung vorhanden, von dem die Hauptteile in den Abb. 213 und 214 mitgeteilt worden sind.

Auf dem Dampfer wird das Öl in aus Stahlblech genieteten Kasten untergebracht, die an Stelle der Kohlenbunker neben dem Kessel liegen. Eine von der Maschine betriebene Pumpe drückt das Öl durch das Rohr *a* in den Vorwärmer *b*. Das damit verbundene Rohr *c* führt zu dem Bunker zurück und ist mit einem Sicherheitsventil versehen, so daß der Druck im Vorwärmer mittels eines Manometers genau geregelt werden kann. Der Vorwärmer ist in einem Abstand von 280 mm vor dem Kessel aufgestellt und wird durch dessen Wärmestrahlen genügend erhitzt. Von *d* aus wird das Ölrohr in Schlangenwindungen zu dem Zerstäuber (Abb. 387) geführt, in den es bei *e* eintritt. Die Streudüse (*l*) kann durch eine Schraubenspindel und das Handrad (*g*) verstellt werden. Da beim Anheizen des Kessels der Vorwärmer noch kalt ist, wird der Zerstäuber durch eine Ölflamme erwärmt, die in einer halbzilinderförmigen Wärmepfanne *k* entzündet wird. Wenn beim Durchfahren von Brücken der Schornstein umgelegt werden muß, wird die Verbrennung während dieser Zeit ungenügend, und die unverbrannten Öldämpfe belästigen die Fahrgäste durch üblen Geruch oder selbst durch Ölflecken. Diesem Übelstande läßt sich aber leicht abhelfen, wenn man durch einen kurzen Handgriff während dieser Zeit die Ölzuführung vom Vorwärmer zu der Düse absperrt. Der seit dem Jahre 1905 eingerichtete Ölbetrieb hat sich bisher gut bewährt. Es ist bemerkenswert, daß sich zu den Ölleitungen eiserne Rohre dauerhafter gezeigt haben als kupferne.

Für Rußland und das Wolgagebiet hat die Ölfeuerung sehr große Bedeutung. Ohne das gereinigte Naphtha (Petroleum) wurden im Jahre 1905 an Naphtha und Rückständen allein 4,115 Millionen t zu Wasser verfrachtet. Es betrug:

	im Jahre 1884—1900—1906
die Zahl der Dampfer mit Ölfeuerung	262—1633—1990
die verbrannte Menge von Naphtharückständen in tausend Tonnen	216—1047—1150

An der Wolga sind in angemessenen Entfernungen in am Ufer befestigten Lagerschiffen Vorräte an Heizöl aufgespeichert, das mittels Pumpe und Schlauch in schnellster Weise an Bord der Dampfer befördert wird. Etwa im Jahre 1897 wurden in Rußland folgende Preise für eine Tonne von 1000 kg Astatki bezahlt:

In Baku	3,2 bis 5,8 Mark	In Nischni-Nowgorod	18 bis 20 Mark
» Astrachan	7,7 » 10,1 »	» St. Petersburg	51,2 » 61,5 »

Nach anderen Quellen kostete die Tonne im Jahre 1905 an der mittleren Wolga etwa 46 Mark. Für dieses Jahr wurden von Ancona auf dem Mailänder Kongreß die nachstehenden Preisangaben gemacht. Es kostete eine Tonne Heizöl:

Im südlichen Rußland	16 bis 57 Mark
In Nordamerika	24 » 65 »
In England, Belgien, Dänemark und Schweden, wo keine Einfuhrzölle bestehen, wird Erdöl aus Texas geliefert für	24 » 32 »
In Ägypten, im Kapland, in Indien und Australien gleichfalls Lieferung aus Texas, Kalifornien und Borneo für	26 » 35 »

In den anderen europäischen Ländern bestehen zum Teil recht hohe Einfuhrzölle (z. B. in Italien 48 Lire je Zentner), wodurch die Verwendung dieser Heizöle erschwert wird, soweit sie nicht selbst solches fördern, wie z. B. Rumänien und Galizien.

Auf den Seeschiffen aller Art im Kaspischen und im Schwarzen Meere ist die Ölfeuerung seit Jahren üblich. In neuerer Zeit sind auch bei fast allen Kriegsmarinen umfangreiche Versuche damit angestellt, die teilweise zu dauernden Einrichtungen geführt haben. Die Handelsmarine hat sich länger zurückhaltend gezeigt, aber zum Teil sehr gute Erfolge erzielt, namentlich in Amerika und im Mittelländischen Meer, wo sich in einigen Häfen, z. B. in Alexandria, Niederlagen von amerikanischem Erdöl befinden. Der Verbrauch je Stunde und Pferdestärke ergab sich bei guten, großen Schiffen im Mittel zu 0,45 kg. Auf dem Mailänder Kongreß wurde darüber berichtet. Die deutsche Marine verwendet auch Braunkohlenteeröl.

Dampf.

Der gesättigte Wasserdampf, den wir in einem Dampfkessel finden, besteht nur im Zusammenhang mit dem Wasser, aus dem er sich entwickelt. Er befindet sich stets in einem Grenzzustande: Bei eintretender Abkühlung

verwandelt sich ein Teil von ihm wieder zu Wasser (kondensiert), bei zunehmender Wärme verdampft eine neue Menge von Wasser.

Die Spannung des Dampfes ist der Druck, den er auf die ihn einschließenden Gefäßwände ausübt. Dieser Spannung entspricht ein bestimmter Wärmegrad des Dampfes, die Sättigungswärme. Die Spannung ist allein von der Sättigungswärme abhängig und unabhängig von der Größe des dampferfüllten Raumes (Volumens). Wenn die Wärme zunimmt, so wächst auch die Spannung uud umgekehrt.

Die Spannung wird in kg je cm^2 ausgedrückt (spezifischer Druck) und von Null an gezählt (daher absolute Spannung genannt). Früher drückte man sie in Atmosphären aus, als Überdruck über den gewöhnlichen Luftdruck, wie sie von den Manometern angezeigt wird. [1 Atm. ist gleich einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe oder gleich einer Wassersäule von 10,334 m Höhe über dem Meeresspiegel = 1,0334 kg je cm^2. Der Unterschied ist mithin nicht erheblich.]

Tafel für gesättigten Wasserdampf.

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Spannung	Wärme	Gewicht von 1 m^3	Raum von 1 kg	Gesamtwärme λ	Spannung	Wärme	Gewicht von 1 m^3	Raum von 1 kg	Gesamtwärme λ
kg je cm^2	Grade C	kg	m^3	WE	kg je cm^2	Grade C	kg	m^3	WE
0,006	0,00	0,0047	210,652	606,50	7,00	164,03	3,654	0,2737	656,53
0,02	17,0	0,0142	70,254	611,68	8,00	169,46	4,141	0,2415	658,18
0,04	29,0	0,0284	35,149	615,34	9,00	174,38	4,625	0,2162	659,69
0,06	36,0	0,0414	24,137	617,48	10,00	178,89	5,107	0,1958	661,06
0,083	42,0	0,0563	17,764	619,31	11,00	183,05	5,583	0,1791	662,33
0,102	46,0	0,0685	14,590	620,53	12,00	186,93	6,061	0,1650	663,51
0,152	54,0	0,0999	10,009	622,97	13,00	190,57	6,532	0,1531	664,62
0,202	60,0	0,1307	7,6535	624,80	14,00	194,00	7,003	0,1428	665,67
0,409	76,0	0,2535	3,9454	629,68	15,00	197,24	7,474	0,1338	666,66
0,600	85,0	0,3570	2,8013	632,42	16,00	200,31	7,724	0,1295	667,59
0,800	93,0	0,4763	2,0994	634,86	17,00	203,24	8,176	0,1223	668,49
1,033	100,0	0,6058	1,6508	637,00	18,00	206,05	8,627	0,1159	669,34
2,00	119,57	1,1265	0,8877	642,97	19,00	208,75	9,076	0,1102	670,17
3,00	132,80	1,6485	0,6066	647,00	20,00	211,34	9,527	0,1049	670,96
4,00	142,82	2,160	0,4630	650,06	25,00	222,96	11,745	0,0854	674,50
5,00	150,99	2,664	0,3754	652,55	30,00	232,95	13,938	0,0718	677,55
6,00	157,94	3,161	0,3164	654,67					

(Die Werte für die Spannungen über 15 kg sind unsicher.)

Das Abhängigkeitsgesetz zwischen Spannung und Sättigungswärme ist theoretisch noch nicht ermittelt. Regnault hat aus Versuchen eine Formel gebildet, nach der von ihm und anderen Gelehrten eine Tafel berechnet worden ist. Vorstehend ist ein Auszug daraus[1] mitgeteilt: in

1) Nach Busley, Schiffsmaschine.

Spalte 1 ist die Spannung des Dampfes in kg angegeben und in Spalte 2 die entsprechende Sättigungswärme in C°. Man erkennt, daß bei 0° (Gefrierpunkt) der Dampf noch eine Spannung von 0,006 kg hat, bei 100° C (Siedepunkt) eine solche von 1,033 kg (= 760 mm Quecksilbersäule = einer Atmosphäre) und bei 200° C eine solche von rund 16 kg (= 17 Atmosphären).

Das Gewicht von 1 m³ gesättigten Wasserdampfes (γ) in kg oder seine Dichte (spezifisches Gewicht) ist gleichfalls allein von der Spannung (p) abhängig. Nach Zeuner und Pinzger besteht dafür die Gleichung:

$$\gamma = 0{,}5877\, p^{0{,}939} \text{ kg}.$$

Der Raum, den 1 kg gesättigten Wasserdampfes in m³ einnimmt (spezifisches Dampfvolumen), steht in umgekehrtem Verhältnis zur Dichte.

Hiernach sind die Spalten 3 und 4 der Tabelle berechnet worden. Man erkennt, daß ein Kubikmeter Dampf bei 0° 0,0047 kg wiegt, bei 100° C 0,6058 kg und bei 200° C 7,724 kg. Umgekehrt nimmt 1 kg Dampf bei 0° einen Raum von rund 211 m³ ein, bei 100° einen solchen von 1,65 m³ und bei 200° einen solchen von nur 0,13 m³.

Um Wasser von 0° in gesättigten Dampf von t° zu verwandeln, muß ihm eine Gesamtwärme von λ Wärmeeinheiten zugeführt werden. Regnault hat aus Versuchen die Formel aufgestellt:

$$\lambda = 606{,}5 + 0{,}305 \cdot t.$$

Für t = 100° C ergibt sich $\lambda = 637$ WE. In der Spalte 5 der Tafel sind die entsprechenden Werte für λ bei verschiedenen Dampfspannungen enthalten.

Es sei noch bemerkt, daß Watt seinerzeit annahm, die erforderliche Gesamtwärme (λ), um Wasser von 0° in Dampf zu verwandeln, sei unabhängig von der Spannung des Dampfes und stets gleich 650 WE. Dies trifft nach Regnaults Versuchen (im Jahre 1847) allerdings nicht zu; aber die Unterschiede sind innerhalb der gebräuchlichen Spannungsgrenzen nicht groß. Darin liegt auch zum Teil der Vorteil der Verwendung hochgespannter Dämpfe. Um z. B. 1 kg Wasser von 0° in Dampf von 3 kg Spannung zu verwandeln, gebraucht man $\lambda = 647$ WE, um es in solchen von 6 kg Spannung zu verwandeln, 654,67 WE, also nur 7,67 WE mehr. Von 1 kg guter Steinkohlen kann man, wie früher mitgeteilt, etwa 5500 WE nutzbar machen; man braucht daher, um 100 kg Wasser in Dampf von 3 kg Spannung zu verwandeln, $\frac{647 \cdot 100}{5500} = 11{,}76$ kg Steinkohlen, und um diesen Dampf in die Spannung von 6 kg überzuführen $\frac{7{,}67 \cdot 100}{5500} = 0{,}14$ kg Steinkohlen, also 1,19 v. H. mehr. Das ist ein verhältnismäßig kleiner Mehraufwand. Ein weiterer Vorteil des hochgespannten Dampfes liegt darin, daß sein Gewicht nicht in gleichem Verhältnis mit der Spannung wächst, sondern in kleinerem Verhältnis. Nach Spalte 3 der Tafel wiegt 1 m³ Dampf von 3 kg Spannung 1,6485 kg, von 6 kg Spannung 3,161 kg und von 12 kg Spannung 6,061 kg. Wenn das Gewicht in gleichem Verhältnis mit der Spannung wachsen würde, müßte ein Kubikmeter Dampf von 3 kg Spannung 3,297 kg und von 6 kg Spannung 6,594 kg wiegen. Die Ersparnis an Dampfgewicht ist mithin beträchtlich. Noch bedeutender ist der Vorteil der größeren Expansivkraft des hochgespannten Dampfes, weil er größere Arbeit leistet. Wenn man die bei 3 kg Dampfspannung und 0,35 Füllung im Zilinder geleistete Arbeit ermittelt, so findet man, daß die gleiche Arbeit von Dampf mit 6 kg Spannung schon bei 0,11 Füllung und von Dampf mit 12 kg Spannung schon bei weniger als 0,02 Füllung unter sonst gleichen Umständen geleistet werden kann. Eine Dampfmaschine ist daher bei hoher Dampfspannung und kleiner Füllung am wirtschaftlichsten.

Wenn der Dampf aus dem Kessel strömt, ist er niemals trocken, sondern er reißt einen Teil Wasser mit, der bei guten Kesseln zu etwa 0,05 des Gewichts anzunehmen ist. Auf dem Wege zum Dampfzilinder erfährt der Dampf eine Abkühlung, die um so größer ist, je länger der Weg und um so kleiner, je besser das Dampfrohr durch Umwicklung mit schlecht leitenden Stoffen geschützt ist. Mit dieser Abkühlung ist ein Druckverlust verbunden, der auf etwa 0,5 kg im Durchschnitt anzunehmen ist. Weitere Wärme- und Druckverluste entstehen im Schieberkasten und besonders im

Zilinder, wenn dieser nicht durch besondere Vorrichtungen entsprechend warm gehalten wird. Eine solche ist der Dampfmantel, über dessen Wert man aber verschiedener Meinung ist. Wirkungsvoll und dampfsparend ist er nur, wenn er von heißem Dampf, am besten unmittelbar von Kesseldampf, durchströmt wird. Dadurch geht eine Menge Dampf verloren, die allerdings später zur Erwärmung des Speisewassers teilweise Verwendung finden kann. In der Binnenschiffahrt wendet man selten Dampfmäntel (auch Dampfjacke oder Dampfhemd genannt) an, sondern begnügt sich damit, die Dampfzilinder mit schlecht leitenden Stoffen gut zu umkleiden.

Vor dem Eintritt in den Schieberkasten geht der Dampf durch die Drosselklappe oder das Drosselventil, womit die Menge und die Geschwindigkeit des zuströmenden Dampfes geregelt werden kann.

Zur Prüfung und Beurteilung der Wirksamkeit, der Verteilung und Ausnutzung des Dampfes im Zilinder dient der Indikator.

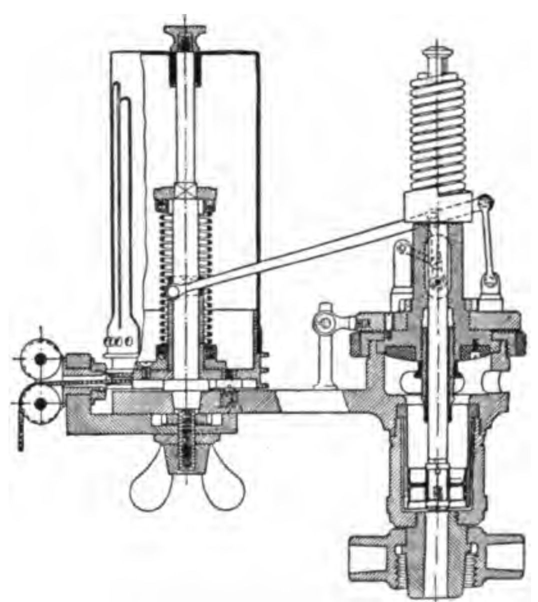


Abb. 388. Indikator.

Diese Vorrichtung wird bei der Benutzung an dem einen oder anderen Ende des Zilinders befestigt und besteht im wesentlichen aus einem kleinen Kolben, auf den der Dampf drückt, und aus einer Schreibeeinrichtung, die die Schwankungen der Dampfspannung auf einem Blatt Papier aufzeichnet. Die Erfindung stammt schon von Watt, ist aber vielfach verändert und verbessert worden. Die in Abbildung 388 dargestellte Anordnung ist eine der neuesten von Maihak: Rechts unten tritt der Dampf aus dem Zilinder ein und drückt auf einen kleinen Kolben, der durch eine starke am oberen Ende der Kolbenstange angebrachte Feder belastet ist. An der Kolbenstange ist durch Lenker (zur Geradführung) eine schwingende Stange befestigt, die an ihrem linken Ende den Schreibstift trägt. Das Blatt Papier ist um die auf der linken Seite dargestellte senkrechte Trommel gewickelt, auf der es durch Federn festgehalten wird. Die Trommel wird durch eine um ihren unteren Rand gelegte Schnur bewegt, deren Ende an einem hin- und hergehenden Punkt der Kolbenstange des Dampfzilinders (Kreuzkopf z. B.) befestigt ist. Beim Hingang des Maschinenkolbens wird die Schnur angezogen und dadurch die im Innern der Papiertrommel befindliche Feder angespannt, die beim Rückgang des Maschinenkolbens die Drehung der Trommel bewirkt. Bei Maschinen mit großem Kolbenhub reicht der kleine Umfang der Papiertrommel zur Aufzeichnung nicht aus. Es muß daher der Längenmaßstab verkleinert werden, was durch einen Hubverminderer (Reduktionsrolle) geschieht, der in die Schnur eingeschaltet wird. Wenn der Dampfhahn geschlossen ist und auf Kolben und Feder kein Dampfdruck wirkt, beschreibt der Schreibstift auf dem Papier eine wagerechte Linie, die sogenannte atmosphärische Linie. Nach Öffnung des Hahns schnellt der Schreibstift in die Höhe und verzeichnet die während des Hin- und Rückgangs des Maschinenkolbens auf der betreffenden Seite des Kolbens eintretenden Druckveränderungen als »Indikator-Schaulinie (Diagramm).

In Abbildung 389 ist die Schaulinie für den Zilinder einer einfachen Expansionsmaschine dargestellt.

Im Punkt *b* hat der Dampfdruck beim Beginn des Kolbenhubs seinen größten Wert sofort erreicht. Während der Kolben den Weg von *B* nach *C* zurücklegt, wird der Dampfdruck durch die »Füllungslinie« *bc* dargestellt. Bei den besten Steuerungen sollte diese Linie möglichst gleichlaufend mit der atmosphärischen Linie sein; das ist aber bei Schiffsmaschinen mit Schiebersteuerungen nicht zu erreichen, weil der Dampfeintrittskanal allmählich geschlossen wird. Wenn der Kolben den Punkt *C* erreicht, ist der Eintrittskanal ganz geschlossen und es beginnt die Expansion: Die Linie *cd* ist die »Expansionslinie«. Wenn der Kolben den Punkt *D* erreicht, öffnet sich der Dampfaustrittskanal: Die Linie *de* ist die »Vorausströmungslinie«. Im Punkte *E* hat der Kolben den Hub beendet: Der Druck nimmt weiter ab und bleibt dann beim Rückgang ziemlich unverändert, entsprechend dem Gegendruck im Kondensator: Die Linie *ef* heißt darum die »Gegendrucklinie«. Wenn der Kolben beim Rückgang den Punkt *F* erreicht hat, ist der Ausströmungskanal ganz geschlossen und es beginnt die Kompression: *fa* ist die »Kompressionslinie«. Bei hohen Füllungsgraden (großer Füllung) bekommt diese die in der Abbildung punktierte Form. Wenn der Kolben beim weiteren Rückgang den Punkt *A* erreicht, öffnet sich in der Regel bereits der Dampfeintrittskanal ein wenig: Die Linie *ao* ist die »Voreinströmungslinie«. Die eigentliche Einströmungslinie *ob* ist meistens ziemlich senkrecht, weil der Kolben fast still steht und der Schieber sich rasch vorwärts bewegt, so daß der Dampf schnell eintritt und bei *b* die höchste Spannung erreicht.

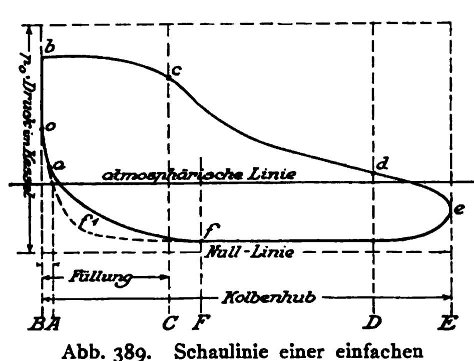


Abb. 389. Schaulinie einer einfachen Expansionsmaschine.

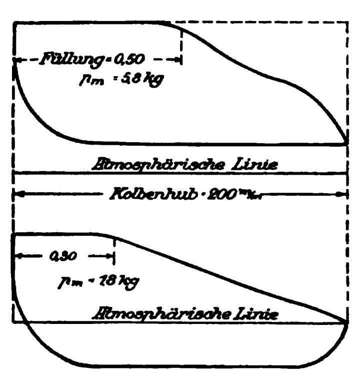


Abb. 390. Schaulinien von einer Verbundmaschine.

Der Abstand der einzelnen Punkte der Schaulinie von der Nullinie gibt die Dampfspannung in kg je cm² an — unter Berücksichtigung des Indikatormaßstabs, der sorgfältig (meist mit Berücksichtigung des Barometerstandes) geprüft und festgestellt werden muß.

Man erkennt aus der Schaulinie nicht nur die von der eingelassenen Dampfmenge wirklich geleistete Arbeit, sondern auch die Dampfverteilung im einzelnen und kann daraus feststellen, ob sie dem Entwurf entspricht und ob die Steuerung nach Wunsch arbeitet. Auch ergibt sich aus der Schaulinie die Größe der inneren Kondensation und des Feuchtigkeitsgehalts des Dampfes im Zilinder.

Man pflegt sowohl an der Kurbelseite wie an der Deckelseite des Zilinders eine Schaulinie aufzunehmen und daraus das Mittel zu bilden. Wenn die Maschine mehrere Zilinder hat, müssen die Untersuchungen für einen jeden angestellt werden. In der Abb. 390 sind die Schaulinien einer Verbundmaschine (mit überhitztem Dampf) dargestellt: Die obere ist aus dem Hochdruck-, die untere aus dem Niederdruckzilinder. Die Dampfspannung im Kessel war 11 kg, der Gegendruck im Kondensator 0,35 kg je cm².

Der gemittelte Abstand der Schaulinie von der Nullinie gibt den mittleren Druck (p_m) des Dampfes auf den Kolben während eines Doppelhubs in kg je cm² an. Wenn O (in cm²) die wirksame Kolbenfläche und c (in m je sek.) die Kolbengeschwindigkeit bedeuten, so ist die Arbeit des Kolbens $= p_m \cdot c \cdot O$ in mkg. Wenn die Maschine mehrere Zilinder hat, muß man die in allen Zilindern geleistete Arbeit zusammenrechnen, um die Gesamtleistung zu erhalten.

Teilt man diese Summe durch 75, so ergibt sich die Gesamtleistung der Maschine in Pferdestärken (von je 75 mkg je sek.). Da dieses Ergebnis aus der Benutzung des Indikators folgt, nennt man es die indizierte Leistung (N_i) und spricht von »indizierten« Pferdestärken (PSi). Bezieht man die gesamte Leistung N_i auf den Niederdruckzilinder und versteht unter O_n die wirksame Fläche des Niederdruckkolbens, so folgt:

$$N_i = \frac{p_i \cdot c \cdot O_n}{75}$$

und man nennt p_i den indizierten mittleren Druck, den mittleren Spannungsunterschied hinter und vor dem Kolben, bezogen auf den Niederdruckzilinder.

Das Verhältnis von p_i zu p_o (Dampfdruck im Kessel) kann man auch auf Grund von Theorie und Erfahrung angenähert für bestimmte Füllungsgrade oder Expansionsverhältnisse berechnen, wobei noch der Wirkungsgrad der Steuerung, die Größe der Abkühlungsverluste u. dgl. zu berückrichtigen sind, was nachstehend durch den Beiwert k geschieht. Bei Mehrfach-Expansionsmaschinen ist der Gesamtfüllungsgrad

$$\varepsilon = \frac{\text{Füllung des Hochdruckzilinders}}{\text{Raumverhältnis der Zilinder zu einander}}$$

und das Expansionsverhältnis daher $= \frac{1}{\varepsilon}$.

Der vorteilhafteste Füllungsgrad ist allgemein der, bei dem der Dampf- oder Wasserverbrauch je Stunde und Pferdestärke am kleinsten ist. Das hängt besonders von der Eintrittspannung des Dampfes in den Zilinder und von dem Gegendruck im Kondensator ab. Die Füllungsgrade der einzelnen Zilinder werden meistens so bemessen, daß die Anfangskolbendrucke einander ziemlich gleich sind. Wird ein Füllungsgrad angewandt, der größer ist als der vorteilhafteste, so nimmt die Leistung der Maschine (N_i) und auch der Kohlenverbrauch zu. Im umgekehrten Falle, wenn man einen kleineren Füllungsgrad anwendet, nimmt die Leistung der Maschine ab und der Kohlenverbrauch nimmt dennoch zu. Man wählt ε etwa nach folgender Tafel:

	Wenn im Hochdruckzilinder	
	0,5 Füllung	0,7 Füllung
Für Verbundmaschinen in kleinen Booten. . . .	0,12—0,14	0,17—0,20
» » » größeren Schiffen. . .	0,09—0,10	0,12—0,14
» Dreifach Expansionsmaschinen.	0,07—0,09	0,10—0,12
» Vierfach »	0,06—0,07	0,08—0,09

Den Dampfern der Binnenschiffahrt gibt man meistens aus Sparsamkeitsrücksichten nur Füllungen von 0,50 bis 0,60 im Hochdruckzilinder, ausnahmsweise 0,45 oder 0,70. (Der letztere Wert wird bei neueren 3- und 4fach-Expansionsmaschinen zuweilen angewendet.)

Es besteht die Formel: $p_i = k \cdot p_o \cdot \varepsilon \left(1 + l_n \frac{1}{\varepsilon}\right)$.

Für $\varepsilon \left(1 + l_n \frac{1}{\varepsilon}\right)$ bestehen bequeme Tafeln, aus denen sich findet:

für ε = 0,06 — 0,08 — 0,10 — 0,12 — 0,14 — 0,16 — 0,18 — 0,20,

$\varepsilon \left(1 + l_n \frac{1}{\varepsilon}\right)$ = 0,229 — 0,282 — 0,330 — 0,374 — 0,415 — 0,453 — 0,489 — 0,522.

Der Beiwert k, von dem schon gesprochen wurde, schwankt zwischen 0,52 bis 0,54 bei 4 Zilindern und 0,65 bis 0,70 bei 2 Zilindern; für 3 Zilinder kann man 0,55 bis 0,60 annehmen.

Der Dampfverbrauch je Stunde und indizierte Pferdestärke setzt sich aus der nutzbar gemachten Dampfmenge und den Dampfverlusten zusammen. Die letzteren sind schwer zu ermitteln.

Den nutzbaren Dampfverbrauch kann man theoretisch aus der Expansionsarbeit ermitteln unter Berücksichtigung des Gegendrucks im Kondensator (p_1 gewöhnlich = 0,2 kg je cm² bei Einspritzkondensatoren). Aber der theoretische Dampfverbrauch kann nie erreicht werden, weil der Dampf nicht trocken ist und die Verluste durch Abkühlung und Undichtigkeit dazu kommen. Genauer werden die Ergebnisse, wenn man den Verbrauch aus den gemittelten Indikatorschaulinien aller Zilinder berechnet. Aber auch hierbei sind die Verluste nicht genügend berücksichtigt.

Der wirkliche Dampfverbrauch (D) kann nur durch Messung des verbrauchten Speisewassers bestimmt werden. Busley gibt nach Erfahrungszahlen folgende Werte je Stunde und Pferdestärke bei höchster Maschinenleistung an:

Bei	Einfach-Expansionsmaschinen	und	$p_o = 3$	ist	$D = 12{,}0$ kg
»	Zweifach- »	»	$p_o = 6$	»	$D = 9{,}0$ »
»	Dreifach- »	»	$p_o = 13$	»	$D = 7{,}5$ »
»	Vierfach- »	»	$p_o = 16$	»	$D = 7{,}0$ »

Bei sehr sorgfältig gebauten Maschinen werden diese Werte namentlich bei Probefahrten etwas unterschritten. Als mittlere Betriebsergebnisse können nach Busley bei günstigen Füllungsgraden folgende Werte angesehen werden:

Bei	älteren Verbundmaschinen und	$p_o = 5$ bis	6 kg	ist $D = 9{,}5$ bis	11 kg
»	neueren » »	$p_o = 7$ »	8 »	» $D = 8{,}5$ »	9,5 »
»	älteren Dreif.-Expans.-Masch. und	$p_o = 9$ »	11 »	» $D = 8$ »	9 »
»	neueren » »	$p_o = 11$ »	13 »	» $D = 6{,}5$ »	8 »
»	Vierfach-Expansions-Maschin. »	$p_o = 15$ »	16 »	» $D = 6$ »	7 »

Bei den neueren Vierfach-Expansionsmaschinen, die mit einem Kesseldruck von 20 kg arbeiten, kann ein Dampfverbrauch von 5,5 bis 6 kg angenommen werden. Bei der Benutzung überhitzten Dampfes, worüber unten gesprochen werden wird, kann eine weitere Ersparnis von 0,1 bis 0,2 erreicht werden.

Die vorstehenden Angaben beziehen sich im allgemeinen auf große Seeschiffe mit sehr starken Maschinen. In der Binnenschiffahrt, wo durchschnittlich viel schwächere Maschinen angewendet werden, ist der Dampfverbrauch etwas größer.

Überhitzter Dampf (Heißdampf). Wenn der gesättigte Dampf mit dem Wasser, aus dem er sich entwickelt hat, nicht mehr im Zusammenhang steht, wenn er also den Dampfkessel verlassen hat, kann er auf einen höheren Wärmegrad gebracht werden, ohne daß sich neue Mengen Wasser in Dampf verwandeln. Dieser »überhitzte« Dampf hat ein kleineres spezifisches Gewicht und umgekehrt daher ein größeres spezifisches Volumen als gesättigter Dampf von gleicher Spannung. Man braucht also zu derselben Zilinderfüllung weniger Dampfgewicht, mithin weniger Speisewasser und weniger Brennstoff. Der letzte Vorteil wird allerdings nur erreicht, wenn, wie üblich, die zur Überhitzung erforderliche Wärmemenge aus den abziehenden Verbrennungsgasen der Kesselfeuerung gewonnen wird. Ferner kann der über-

hitzte Dampf auf dem Wege vom Kessel zum Zilinder eine gewisse Abkühlung erfahren, ohne an Spannung zu verlieren. Besonders werden bei Heißdampf im Zilinder selbst die Kondensation und die damit verbundenen Verluste an Wärme und Spannung vermieden.

Schon bei den älteren Niederdruckmaschinen war aus diesem Grunde eine Überhitzung des Dampfes um 30° bis 50° C angewandt worden und es sollen damit Ersparnisse an Brennstoff von 0,1, bei stärkerer Überhitzung, um etwa 50° C, selbst solche bis zu 0,2 erreicht worden sein. Mit der Einführung der Hochdruckmaschinen und der damit verbundenen kleinen Füllungsgrade schwand der Vorteil des geringeren Dampfgewichts allmählich, zumal man die Überhitzung nicht weit genug trieb, um noch wesentliche Ersparnisse zu erreichen. Das ist darauf zurückzuführen, daß man den nachteiligen Einflüssen des stark überhitzten Dampfes auf Schieber, Stopfbüchsenpackungen und Schmieröl noch nicht zu begegnen wußte. Dazu kam, daß bei heißem, trockenem Dampfe viel Schmieröl im Zilinder verbraucht wurde, was zum Teil durch den Kondensator wieder in den Kessel kam, wo es nachteilig wirkte, während man bei nassem Dampf fast ganz auf die Zilinderschmierung verzichten konnte. Die Überhitzung hatte somit keinen wirtschaftlichen Wert mehr, sie wirkte höchstens noch als »Dampftrockener« und wurde allmählich ganz aufgegeben und vergessen.

In neuerer Zeit, als es im allgemeinen wirtschaftlichen Wettbewerb darauf ankam, die Beförderungskosten und Selbstkosten nach Möglichkeit herunter zu drücken und an Kohlen zu sparen, war es namentlich Dr. ing. Wilhelm Schmidt in Kassel, der um die Mitte der neunziger Jahre mit seiner »Heißdampfmaschine« gerechtes Aufsehen machte. Nach den großen Erfolgen bei landfesten Maschinen und Lokomotiven kam seit dem Jahre 1898 auch in der Binnenschiffahrt (zuerst auf den Schweizer Seen) die Überhitzung zur Anwendung. Sie ist nach den gemachten Erfahrungen um so wirksamer, je höher der Wärmegrad getrieben wird und je größer das Wärme- oder Druckgefälle innerhalb der Dampfzilinder ist. Aus dem letzteren Grunde erreicht man bei Zweifach-Expansionsmaschinen eine Ersparnis von 0,2 bis 0,25 und noch mehr, bei Dreifach-Expansionsmaschinen eine solche von 0,15 bis 0,2. Das gilt aber nur von neuen Anlagen, bei denen man die Überhitzung unbedenklich bis auf 350° und 400° C treiben kann. Bei dem Einbau in bestehende Anlagen muß man sich mit 250° bis 280° C begnügen und kann nur auf eine Ersparnis von 0,1 bis höchstens 0,2 (bei Verbundmaschinen) rechnen [1]).

Die Wirkung des überhitzten Dampfes läßt sich aus den Indikatorschaulinien übersehen (vgl. Abb. 390). Bei einer Überhitzung um 150° beträgt die Volumenvergrößerung des Dampfes etwa 0,38. Z. B. Dampf von 10 kg absoluter Spannung hat in gesättigtem Zustande (vgl. Tafel auf S. 503) eine Wärme von 179°, und 1 kg nimmt den Raum von 216 l ein. Wenn man ihn um 150° überhitzt und von 179° auf 329° C bringt, so gibt 1 kg dieses ebenso hoch gespannten Dampfes 298 l, wogegen der gesättigte Dampf infolge der Abkühlung und Kondensation im Zilinder erheblich weniger als 216 l ergibt.

Bei Verbundmaschinen für große Rheinschlepper ist der Dampfverbrauch je Stunde und Pferdekraft durch Gebrüder Sachsenberg bis unter 6 kg durch Überhitzung herabgedrückt worden.

---

1) Vgl. auch die Untersuchungen von Berner. Zeitschr. d. V. Deutsch. Ing. 1905, S. 1069.

Der Kohlenverbrauch ergibt sich aus dem Dampfverbrauch. Wie schon bemerkt, braucht man zur Verwandlung von 1 kg Wasser von t^0 in Dampf von $t_1{}^0$ eine Wärmemenge $\lambda - t_1 = 606{,}5 + 0{,}305\ t - t_1$ WE. Da die nutzbare Heizkraft guter Steinkohlen 4000 bis 6000, im Mittel 5000 WE beträgt, sind für 1 kg Wasser: $\frac{606{,}5 + 0{,}305\ t - t_1}{5000}$ kg Steinkohlen erforderlich. Also für einen stündlichen Dampfverbrauch von D kg werden stündlich $\frac{D \cdot (606{,}5 + 0{,}305\ t - t_1)}{5000}$ kg Kohlen nötig. Überschläglich setzt man $\lambda = 640$ WE und t_1 bei Frischwasserspeisung $= 15^0$, bei Kondensatorspeisung $= 40^0$, bei Speisung aus Vorwärmern $= 90^0$. Auch für die nutzbare Heizkraft nimmt man nach der Güte der Kohlen und der Güte und Reinheit des Kessels entsprechende Werte zwischen 4000 und 6000 WE an.

Meistens wird der wirklich festgestellte Kohlenverbrauch, der erheblich größer ist als der vorher berechnete, als Maßstab für die Güte einer Kessel- und Maschinenanlage betrachtet, und man ermittelt ihn für Stunde und Pferdestärke während einer Probefahrt durch Wägungen und Indikatorversuche. Aber zum Vergleich verschiedener Maschinen ist der Vergleich des festgestellten Dampfverbrauchs doch ein besseres, wenn auch nicht so einfaches Mittel. Der wirkliche Kohlenverbrauch im gewöhnlichen Betriebe ist immer höher. Nach Busley hat sich im allgemeinen folgender Kohlenverbrauch in kg je Stunde und indizierte Pferdestärke bei günstigen Füllungsgraden ohne Überhitzung herausgestellt:

1,0 bis 1,25 bei älteren Verbundmaschinen mit 5 bis 6 kg Kesselspannung,
0,9 » 1,0 » neueren » » 7 » 8 » »
0,8 » 0,9 » älteren Dreifach-Expansionsmaschinen mit 9 bis 11 kg Spannung,
0,75 » 0,85 » neueren Dreifach-Expansionsmaschinen mit 11 bis 13 kg Spannung und
0,7 » 0,75 » bei Vierfach-Expansionsmaschinen mit 15 bis 16 kg Spannung.

Neue Vierfach-Expansionsmaschinen mit 17 bis 21 kg Spannung haben nur einen Kohlenverbrauch von 0,6 bis 0,7 kg.

Diese Angaben beziehen sich im allgemeinen auf Versuche mit großen Seeschiffen. Für die viel schwächeren Dampfmaschinen der Binnenschifffahrt ergibt sich meistens ein größerer Kohlenverbrauch. Die nachstehenden Zahlen sind aus Probefahrten von neueren Dampfschiffen gewonnen, die im regelmäßigen Betriebe stets überschritten werden. Der Dampfverbrauch für die in der Regel angewandten Dampfsteuerwinden (durch die ein Mehrverbrauch an Kohlen von etwa 0,02 bis 0,03 kg je Stunde und Pferdestärke der Hauptmaschine herbeigeführt wird) ist dabei ausgeschlossen. Ohne Überhitzung und mit natürlichem Zug beträgt jetzt etwa der geringste Kohlenverbrauch in kg:

1. Bei kleinen Maschinen unter 200 PSi:

1,0 bis 1,2 bei Verbundmaschinen mit 9 bis 12 kg Kesselspannung,
0,85 » 0,90 » Dreifach-Expansionsmaschinen mit 13 bis 16 kg Spannung.

2. Bei mittelgroßen Maschinen von 200 bis 800 PSi:

0,95 bis 1,0 bei Verbundmaschinen mit 9 bis 12 kg Spannung,
0,80 » 0,85 » Dreifach-Expansionsmaschinen mit 14 bis 17 kg Spannung,
0,68 » 0,72 » Vierfach-Expansionsmaschinen mit 21 kg Spannung.

3. Bei großen Maschinen von 800 bis 1700 PSi:

0,90 bis 0,95 bei Verbundmaschinen mit 10 bis 12 kg Spannung,
0,76 » 0,80 » Dreifach-Expansionsmaschinen mit 14 bis 17 kg Spannung,
0,68 » 0,72 » Vierfach-Expansionsmaschinen mit 21 kg Spannung.

Bei Anwendung von Überhitzung vermindert sich der Kohlenverbrauch in der oben angegebenen Weise. Es ist bemerkenswert, daß der geringste Kohlenverbrauch bei vierfacher Expansion von 0,68 kg je Stunde und Pferdestärke auch durch dreifache Expansion und Überhitzung auf 280 bis 300° und durch Verbundmaschinen und Überhitzung auf 300 bis 340° erreicht wird. Gebrüder Sachsenberg sind bei neueren Rheinschleppern mit Überhitzung auf 0,65 kg gekommen, und Gebrüder Sulzer sollen durch eine Verbundmaschine mit Ventilsteuerung bei Überhitzung sogar einen Kohlenverbrauch von 0,61 kg erreicht haben [1]. (Zweischraubendampfer verbrauchen etwas mehr Kohlen als Einschraubendampfer und etwas mehr als Raddampfer von derselben Maschinenleistung.)

Zum Vergleich des Kohlenverbrauchs verschiedener Schiffe benutzt man zweckmäßig das sogenannte Ähnlichkeitsgesetz, worüber später bei den Leistungen der Dampfschiffe gesprochen werden wird.

Dampfkessel.

Die **Walzenkessel mit Feuerrohren** werden zurzeit auf den Dampfschiffen der Binnenschiffahrt fast ausschließlich verwendet. Man unterscheidet Kessel mit »rückkehrender« und mit »durchschlagender« Flamme. Bei den letzteren (Abb. 391) tritt die Flamme aus dem Flammrohr durch die zwischen der Hinterwand der Feuerkammer und der Hinterwand des Kessels eingezogenen Feuerrohre unmittelbar in den Schornstein. Diese Kessel erfordern eine verhältnismäßig geringe Höhe und werden auf Kriegschiffen viel verwendet. Man nennt sie daher »Marinekessel«. In der Binnenschiffahrt benutzt man sie, wenn man den Kessel ganz unter Deck legen will und nur wenig Raumhöhe zur Verfügung hat, z. B. bei Kettendampfern. Zu dieser Kesselart gehören auch die »Lokomotivkessel«, die oft auf kleinen Dampfbooten verwendet werden. Sie erzeugen bei verhältnismäßig geringem Gewicht viel Dampf von hohem Druck.

Sowohl in der Handelsmarine wie in der Binnenschiffahrt werden zurzeit in der Regel Walzenkessel mit rückkehrender Flamme (Schottische Kessel)

1) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1903, S. 1025.

benutzt, die mit einem, zwei oder drei Flammrohren versehen sind (Abb. 392 u. 393). Die Flamme geht von dem Rost über die mit Schamottemauerung bedeckte Feuerbrücke in die Feuerkammer und kehrt durch die zwischen deren Vorderwand und der Vorderwand des Kessels eingezogenen Feuerrohre

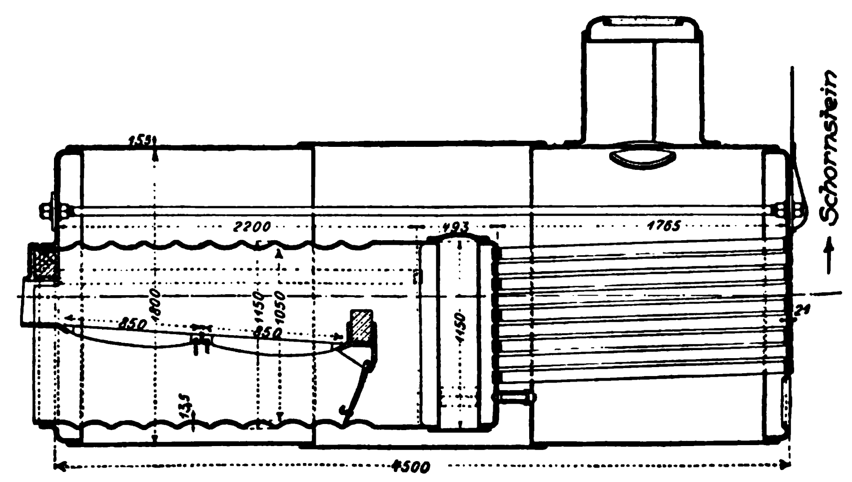


Abb. 391. Kessel mit durchschlagender Flamme (Marine-Kessel), Heizfläche 56 m², Spannung 11 kg je cm².

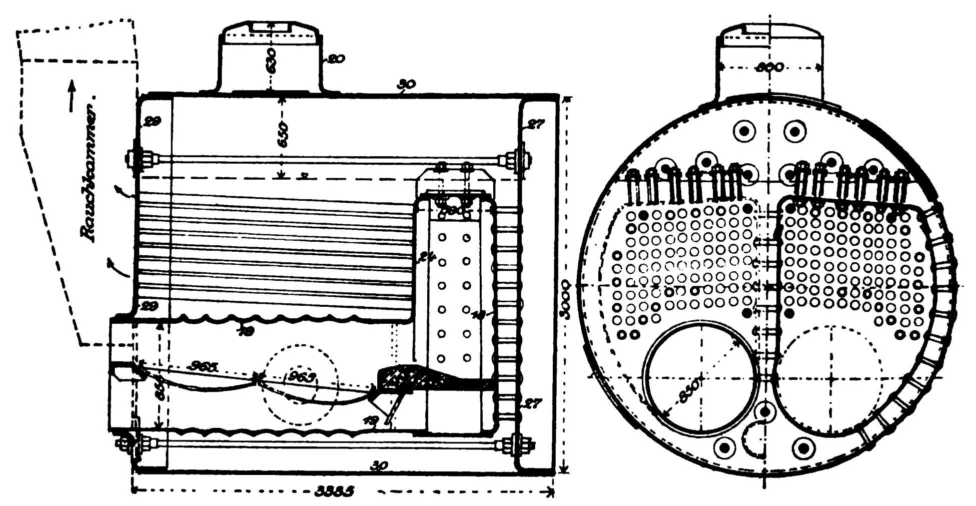


Abb. 392 und 393. Dampfkessel für eine Spannung von 21 kg je cm², Heizfläche 124 m², 1 : 60.

zur vorderen Rauchkammer und zum Schornstein zurück. Die aus den verschiedenen Feuerungen kommenden Flammen vereinigen sich in der Regel erst in der Rauchkammer. Man baut diese Kessel als »Einender«, wie in unserem Beispiel, oder als Doppelkessel, »Zweiender« genannt (Abb. 394), die in der Mitte eine gemeinschaftliche Feuerkammer haben und von beiden Seiten

beschickt werden. Sie sind leichter als 2 einfache Kessel und brauchen weniger Raum; in der Binnenschiffahrt werden sie selten verwendet.

Die Größe der Rostfläche für ein Schiff hängt von dem gesamten stündlichen Dampfverbrauch (S. 508) der Hauptmaschine und der Hilfsmaschinen ab, aus dem, je nach dem gewählten Heizstoff, die Menge der stündlich zu verbrennenden Kohlen oder dergleichen unter Berücksichtigung der Wärme des Kesselspeisewassers zu berechnen ist.

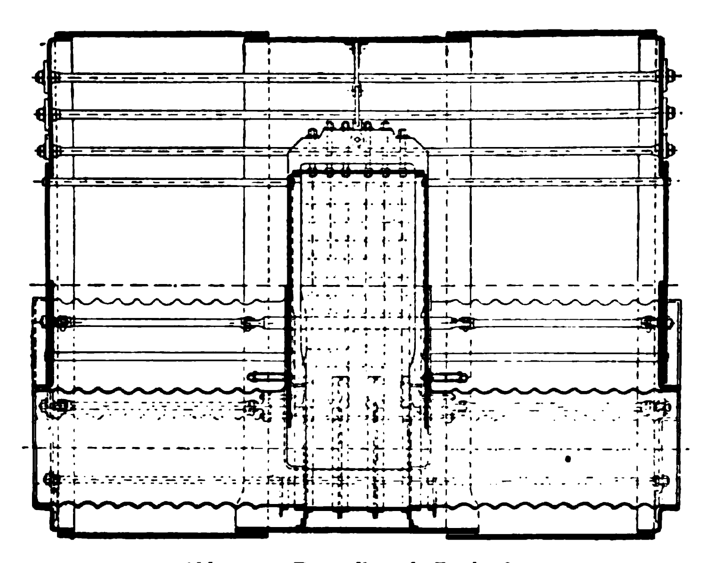


Abb. 394. Doppelkessel, Zweiender.

Über die Heizkraft der Brennstoffe ist bereits (S. 492) gesprochen worden. Das Verhältnis der absoluten Heizkraft zur nutzbaren Heizkraft heißt der Wirkungsgrad der Kesselanlage. Er setzt sich aus dem Wirkungsgrad der Feuerung (etwa 0,8) und dem Wirkungsgrad der Heizfläche (0,77 bis 0,8) zusammen und kann etwa zu 0,62 angenommen werden.

Unter mittleren Verhältnissen liefert (nach der »Hütte«):

1 kg Steinkohlen	5,5 bis 10,0 kg Dampf		1 kg Torf	1,5 bis 3,0 kg Dampf
1 » Koks	4,5 » 8,0 » »		1 » Holz	2,5 » 3,5 » »
1 » Braunkohlen	2,0 » 4,5 » »		1 » Stroh	1,5 » 2,0 » »

Die Brennstoffmenge, die stündlich auf 1 m² Rostfläche verbrannt werden kann, hängt von der Menge (L) der zugeführten Luft (S. 495), ihrer Geschwindigkeit (v) und der Weite der Rostspalten ab. Die letztere ergibt sich aus dem Verhältnis (m) der freien zur gesamten Rostfläche. Wenn die zu verbrennende Brennstoffmenge mit B und die erforderliche Rostfläche mit R bezeichnet wird, gilt die Gleichung: $R = \frac{L \cdot B}{4680 \cdot m \cdot v}$.

Die Geschwindigkeit v schwankt bei Steinkohlen und natürlichem Zuge je nach dem Anstrengungsgrade und der Schichtendicke zwischen 0,8 m und 1,6 m je Sekunde, wird aber bei künstlichem Zuge bedeutend größer, (bis 3 m). Für m wählt man bei Steinkohlen das Verhältnis zu 0,25 bis 0,5, bei Braunkohlen 0,2 bis 0,33, bei Koks 0,33 bis 0,5 und bei Holz oder Torf 0,15 bis 0,2.

Von guten Steinkohlen pflegt man auf 1 m² Rostfläche 85 bis 95 kg bei natürlichem und 120 bis 150 kg bei künstlichem Zuge anzunehmen (S. 496).

Wenn man die nötige Rostfläche aus der indizierten Maschinenleistung ermitteln will, kann man bei natürlichem Zuge annehmen, daß ein Quadratmeter Rostfläche bei einer Dampfspannung

von 8 bis 10	oder	10 bis 12	oder	12 bis 14	oder	14 bis 16	kg je cm^2
für je 80	»	85	»	90	»	95	PSi

vollkommen genügt.

Die berechnete gesamte Rostfläche muß auf eine angemessene Zahl von Kesseln und Feuerungen verteilt werden. Mit Rücksicht auf ein bequemes Beschicken macht man in der Regel die Länge des einzelnen Rostes nicht über 2 m und die Breite, gleich der Weite des Flammrohrs, nicht über 1 m. Die Zahl der Flammrohre in einem Kessel wählt man in der Binnenschiffahrt mit Rücksicht auf die oft beschränkte Bauhöhe gewöhnlich nicht über 2. Neuerdings zieht man es aber vor, bei großen Schleppdampfern an Stelle von 4 Kesseln mit je 2 Flammrohren lieber 2 Kessel mit je 3 Flammrohren anzuordnen

Die Heizfläche ist die Summe aller von den Heizgasen berührten Flächen, die die Wärme an das Kesselwasser abgeben sollen. Das sind die oberen Hälften der inneren Flächen der Flammrohre, die Flächen der Feuerkammern und besonders die äußeren Flächen der Feuerrohre. (Von dieser »feuerberührten« Heizfläche ist die »wasserberührte« Heizfläche zu unterscheiden. Die erstere ist kleiner, etwa 0,95 der letzteren.) Die Größe der Heizfläche soll bei Walzenkesseln mit natürlichem Zuge das 30- bis 35fache, mindestens das 28fache der Rostfläche betragen. Auf eine indizierte Pferdestärke kommen etwa 0,4 bis 0,5 m^2 Heizfläche, bei Heißdampf etwa 0,3 m^2. (Neuere Kessel auf Binnenschiffen haben bis zu 270 m^2 Heizfläche.)

Unter der Anstrengung oder Beanspruchung eines Kessels versteht man die mit 1 m^2 der Heizfläche stündlich erzeugte Dampfmenge. Sie beträgt bei natürlichem Zuge 20 bis 23 kg, bei schwachem Unterwind 23 bis 25 kg.

Der über dem Wasserstande bleibende Dampfraum soll eine Höhe von 0,23 bis 0,25 des Kesseldurchmessers haben, damit der Dampf nicht zu feucht in die Maschine gelangt. Dem gleichen Zweck dient der Dampfdom (0,6 bis 0,9 m hoch), von dem der Dampf zur Maschine geleitet wird. Er trägt gleichzeitig das Mannloch (30 · 40 bis 35 · 45 cm) und die Sicherheitsventile. An Stelle des Dampfdoms wählt man auch einen zilindrischen »Dampfsammler«, der durch besondere Rohrstutzen mit dem Kessel verbunden wird; von zwei nebeneinanderliegenden Kesseln wird der Dampf zuweilen in einem solchen Sammler vereinigt.

Die an der Vorderwand des Kessels befestigte Rauchkammer (Rauchbusen) trägt oben den Schornstein. Ihre Vorderwand über den Feuertüren ist losnehmbar (mit Türen oder Klappen) eingerichtet, damit man zu den Feuerrohren gelangen und sie ausfegen kann.

Zum Bau der Walzenkessel wird nur bestes Stahlblech (Siemens-Martin-Flußeisen) verwendet. Da man jetzt sehr große Bleche walzen kann, erhält

der äußere Mantel oft nur eine Längsnietnaht und die Nietverbindungen mit den beiden Kopfblechen, die in der Regel gleichfalls aus je einem Stück hergestellt und zur Befestigung des Mantelblechs sowie der Flammrohre umgebördelt werden. Da die vordere Kopfwand und die vorderen Wände der Feuerkammern durch die Feuerrohre sehr geschwächt werden, erhalten sie größere Stärken. Damit die Flammrohre dem äußeren Druck besser widerstehen können, werden sie in der Regel aus gewelltem Blech, meistens nach der Form von Fox oder der von Morris (wie in Abb. 391 u. 392) hergestellt. Bei der letzteren Form soll sich die Asche besser beseitigen lassen.

Die Wände der Feuerkammern (zuweilen auch Rauchkammern genannt) werden hinten gegen die hintere Kesselwand und seitlich gegen den äußeren Kesselmantel sowie gegen die benachbarten Feuerkammern durch Stehbolzen abgesteift. Ihre obere Decke wird entweder nach dem Dampfraum gekrümmt (Abb. 391) oder, wenn sie eben bleibt, durch aufgesetzte sogenannte Brückenträger (Abb. 392 bis 394) versteift. Zwischen den Flammrohren und dem Mantel sowie hinter und neben den Feuerkammern müssen Zwischenräume von 120 bis 150 mm bleiben. Geringere Maße erschweren die Reinigung, größere schwächen die Wirkung der Stehbolzen.

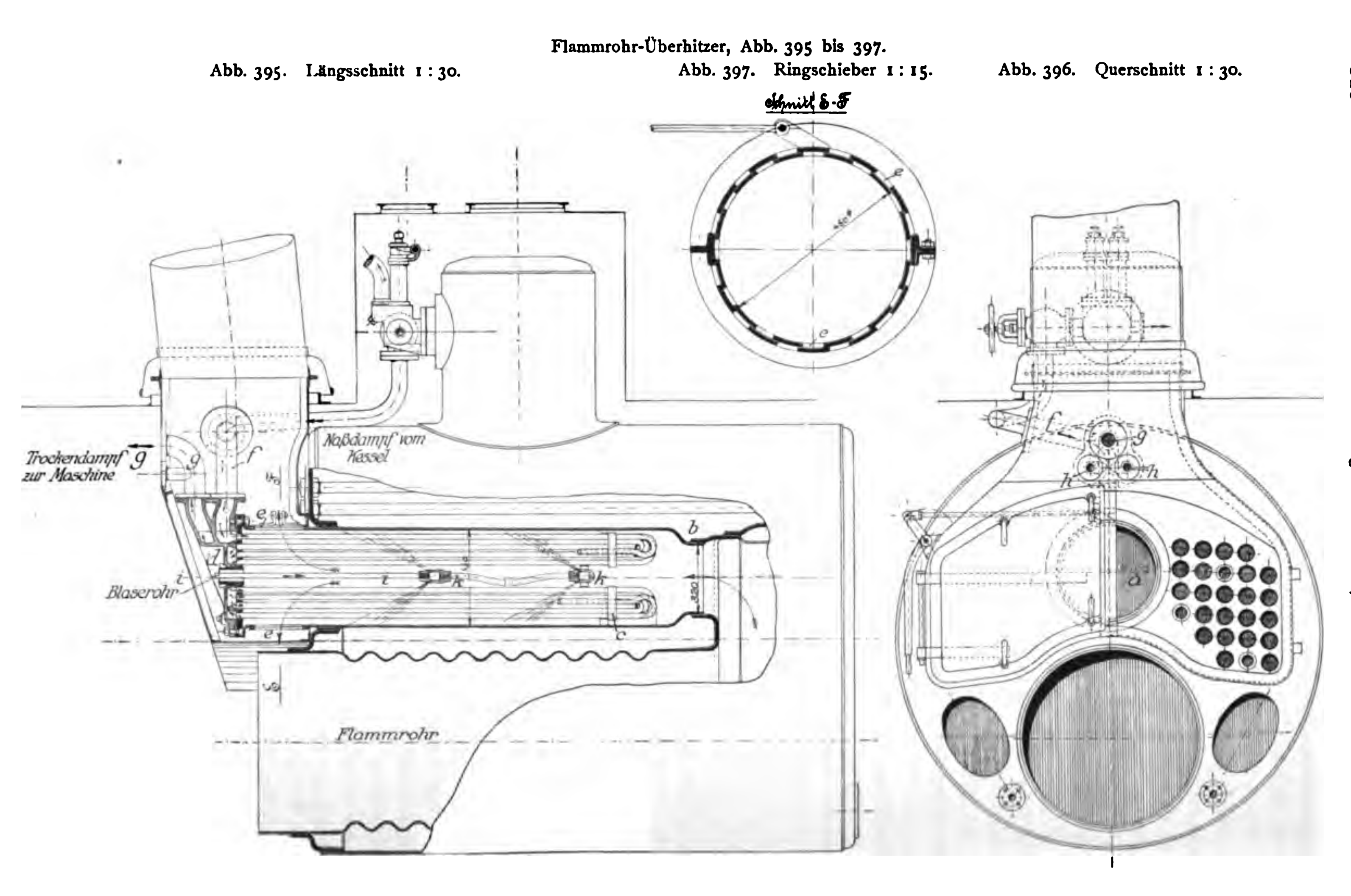
Die Feuerrohre (auch Heizrohre, Rauchrohre oder fälschlich Siederohre genannt) aus Schweißeisen oder Flußeisen, geschweißt oder gezogen, werden gewöhnlich in Längen von 1,7 bis 2,3 m mit einem äußeren Durchmesser von 70 bis 83 mm und in einer Wandstärke von 3 bis 4 mm verwendet. Ein Drittel bis ein Viertel ihrer Zahl dient, je nach der Größe des Kessels, zur Verankerung der beiden Rohrwände und heißen Ankerrohre. Sie erhalten 7 bis 10 mm Wandstärke und werden in die Rohrwände eingeschraubt und vernietet, während die übrigen Feuerrohre eingewalzt werden. Die Vorder- und Hinterwand des Kessels werden über und unter den Feuerkammern durch eiserne Anker versteift, die durch Muttern auf Unterlagscheiben von beiden Seiten an jeder Wand befestigt sind (in Abb. 393 sind es 11 Anker).

Der Feuerraum in dem Flammrohr wird nach außen durch das »Feuergeschränk« mit der Feuertür abgeschlossen, die mit einer Schutzplatte und verschließbaren Luftlöchern versehen ist. Nach innen schließt sich daran eine Vorplatte, auf der die Roststäbe mit einem Ende liegen, während das andere Ende bei kleinen Rosten sein Auflager an der Feuerbrücke findet. Bei längeren Rosten geben besondere Rostbalken ein Auflager in der Mitte. Die Form der gußeisernen Roststäbe hängt von der Art des Brennstoffs ab.

Zur Verminderung der Wärmeverluste werden sowohl die Kessel wie die Dampfleitungsrohre mit Wärmeschutzmasse (Asbest, Filz aus Kuhhaaren, Kieselguhr u. dgl.) umkleidet. Über den Kessel wird dann noch eine dünne 1 mm starke verzinkte Blechhaut gelegt. Auch die äußeren Wände der Rauchkammer werden oft durch Asbest und ähnliche Stoffe oder durch doppelte Wände gegen Abkühlung geschützt. Wenn die Kessel nicht ganz unter

Flammrohr-Überhitzer, Abb. 395 bis 397.

Abb. 395. Längsschnitt 1 : 30. Abb. 397. Ringschieber 1 : 15. Abb. 396. Querschnitt 1 : 30.



Deck Platz finden, werden sie über Deck mit einer besonderen Ummantelung aus leichten Blechen und Winkeln versehen.

Kessel mit Überhitzern. Über die Vorzüge des überhitzten Dampfes ist schon (S. 508) gesprochen worden. Man unterscheidet Flammrohrüberhitzer und Feuerrohrüberhitzer. Eine Einrichtung der ersten Art ist in den Abb. 395 bis 397 dargestellt. Sie wurde im Jahre 1903 an einem kleinen Schleppdampfer mit 2 Schrauben von 90 PSi nach der Anordnung von Wilhelm Schmidt angebracht und hat sich bewährt. Der Kessel hat 35 m^2 Heizfläche und 13 m^2 Überhitzerfläche.

Ein über dem Flammrohr liegendes Feuerrohr (*a*) ist zu einem Durchmesser von 450 mm erweitert und nimmt die Bündel der Dampfschlangen auf. Damit diese Überhitzerrohre nicht den heißesten Feuergasen ausgesetzt sind, reichen die Bündel nicht bis zur Rohrwand der Feuerkammer; es findet vielmehr dort (bei *b*) eine Einschnürung des Rohrs von 450 auf 320 mm statt. Die U förmig gebogenen Überhitzerrohre sind ziemlich gleichmäßig über den Querschnitt des großen Rohrs verteilt und werden durch Schellenbänder (*c*) festgehalten. Die Enden der Rohre sind in die Bodenplatte einer Dampfverteilungskammer (*d*) eingewalzt, die in verschiedene Ringräume so eingeteilt ist, daß der eintretende nasse Dampf zuerst die äußeren Rohrschlangen durchstreichen muß. Der Austritt der Heizgase aus dem großen Feuerrohr (*a*) erfolgt durch seitliche Öffnungen (*e*), die durch einen Ringschieber (Abb. 397) abgeschlossen oder verstellt werden können. Dadurch wird die Überhitzung geregelt. Der nasse Dampf geht vom Dampfdom durch die Rauchkammer (*f*) in die Verteilungskammer und der heiße Dampf geht aus dieser durch das Rohr *g* zur Maschine. Bei *h* sind Vorrichtungen angebracht, um zur Messung der Dampfwärme Thermometer und Pyrometer zu benutzen.

Der Dampf von 183° (bei einer Spannung von 11 kg = 10 Atm. Überdruck) wird auf 250° bis 280° C überhitzt, wobei die Gase in der Rauchkammer eine Wärme von 370° bis 380° und im Schornstein von 270° bis 290° haben.

Der stündliche Verbrauch an oberschlesischen Steinkohlen beträgt für die Pferdestärke 0,93 kg, was bei den kleinen Verbundmaschinen von je 45 PSi als gering bezeichnet werden muß.

Das in der Mitte des Überhitzers eingezeichnete Dampfrohr *i* mit 2 Blasköpfen *k* dient zur Reinigung der Überhitzerschlangen von Ruß und Asche. Es wird bei Bedarf von der Hauptdampfleitung gespeist. Diese Reinigung braucht nicht häufiger vorgenommen zu werden als sonst bei Kesseln mit nassem Dampf. In diesem Falle (wie auch auf großen Rheindampfern) genügte ein Ausblasen der Rohre jeden zweiten Tag. Die vielen Dichtungstellen der dünnen Überhitzerrohre haben zu keinen Klagen geführt.

Nach Wilhelm Schmidt soll das Verhältnis der Überhitzerfläche zur Kesselheizfläche bei einer Überhitzung auf 280° 0,3 bis 0,35 und bei einer Überhitzung auf 360° 0,4 bis 0,45 betragen, wobei die unteren Werte bei starker und die oberen bei schwacher Anstrengung des Kessels zu wählen sind. (Man rechnet auch 0,12 bis 0,5 m^2 Überhitzerfläche auf je eine indizierte Pferdestärke.)

Für die gute Wirkung ist ein kräftiger Zug im Kessel nötig, der in der Rauchkammer mindestens 6 bis 8 mm Wassersäule beträgt. Es ist aber keineswegs die Einrichtung von künstlichem Zug erforderlich. Es empfiehlt sich nicht, die Rostfläche und die Heizfläche kleiner zu wählen als bei Naßdampf.

Bei der Feuerrohrüberhitzung wird in jedes einzelne Feuerrohr des Kessels ein Überhitzungsrohr eingelegt. Dies dünne Dampfrohr tritt von einer kleinen Dampfsammelkammer *a* in Abb. 398 zunächst in ein Feuerrohr ein,

wo es in einer Entfernung von etwa 0,2 der Länge von der hinteren Rohrwand (bei *b*) umgebogen wird und wieder zurückgeht, um ebenso in ein zweites, drittes und viertes Feuerrohr einzutreten. Nach genügender Erhitzung kehrt es in eine zweite Sammelkammer (*c*) zurück. Die Einlegung der Dampfrohre in die Feuerrohre (Querschnitt *d*) muß in sorgfältigster Weise erfolgen. Es genügt für diese Anlage die übliche Weite der Feuerrohre von 76 bis 83 mm und man kann die Überhitzung auf diese Weise mit geringen Kosten auch in alte Kessel einbauen.

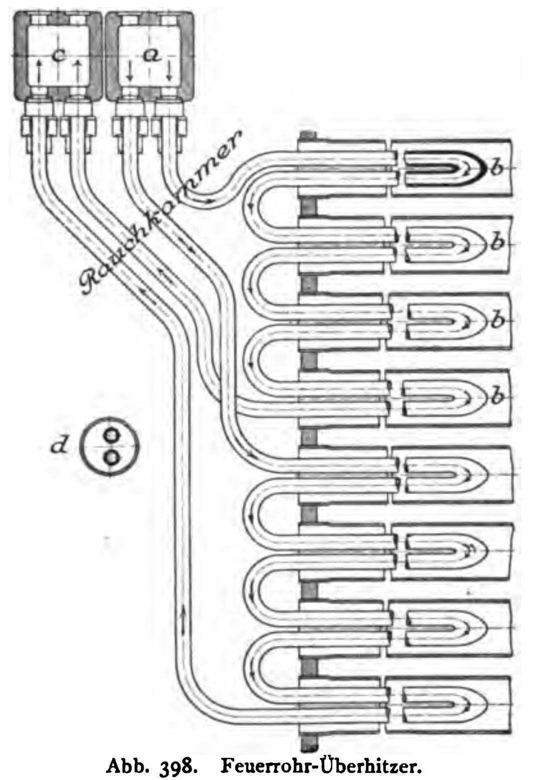


Abb. 398. Feuerrohr-Überhitzer.

Im Jahre 1905 wurde ein älterer Rheindampfer von 900 PSi und 11 kg Dampfspannung mit neuen Kesseln und dieser Überhitzung versehen: Der frühere stündliche Kohlenverbrauch von 1100 kg sank dadurch auf 850 kg.

Die Verwendung von überhitztem Dampf hat sich sehr langsam bei der Binnenschiffahrt eingebürgert, namentlich auf den östlichen deutschen Wasserstraßen. Im Jahre 1905 war im Gebiet der Elbe und Oder (außer dem oben erwähnten staatlichen Schleppdampfer) kaum ein Schiff damit versehen. Im Januar 1910 sollen im ganzen 143 Kessel der Binnenschiffahrt damit ausgerüstet gewesen sein.

Es gibt auch Rauchkammerüberhitzer, bei denen die Dampfschlangen in der Rauchkammer angebracht sind; doch werden diese in der Binnenschiffahrt selten verwendet.

Rauchverminderung. Über die Entstehung des Rauchs ist schon (S. 494) gesprochen und darauf hingewiesen worden (S. 497), daß bei sorgfältiger Bedienung des Feuers durch gut geschulte Heizer eine übermäßige Rauchentwicklung verhütet und an Brennstoff gespart werden kann. Immerhin läßt sich bei dem jedesmaligen Beschicken und bei dem Schüren (Durchklauen) des Feuers die Rauchbildung nicht ohne besondere Vorrichtungen verhüten. Günstig wirkt eine große Rostfläche; dabei wird aber leicht die zugeführte Luftmenge zu groß und es geht viel Brennstoff verloren (vgl. S. 496). Da gerade die Binnenschiffahrt, die sich meistens innerhalb bebauter und bewohnter Gegenden und Städte vollzieht, durch den Rauch eine große allgemeine Belästigung hervorruft, hat man sich seit Jahren bemüht,

geeignete Vorrichtungen zu erfinden, durch die während und nach dem jedesmaligen Beschicken des Feuers die gerade fehlende Luftmenge dem Brennstoffe oder dem Rost zugeführt wird. Ein auf Veranlassung der Rheinstrom-Bauverwaltung eingesetzter Ausschuß prüfte in den Jahren 1904 bis 1906 eine Zahl von solchen Erfindungen und fand sie fast alle ungeeignet oder wirkungslos[1]). Nur die Rauchverbrennungs-Vorrichtung von Marcotty zeigte gute Wirkungen. Diese besteht aus zwei Teilen: Zunächst ist die Klapp- oder Kippfeuertür mit einem verstellbaren Schließer (Kataraktsteuerung genannt) verbunden, der nach Beendigung der Beschickung ein plötzliches vollständiges Schließen der Luftöffnungen in der Tür verhindert, vielmehr in den Luftöffnungen eine Spalte offen läßt, durch die noch eine entsprechende Luftmenge eintreten und zur Vergasung des Brennstoffs beitragen kann. Allmählich schließen sich dann selbsttätig diese Öffnungen. Der zweite Teil der Vorrichtung besteht aus einem Dampfschleier, der durch eine über der Feuertür im Scheitel des Flammrohrs angebrachte Düse so hervorgebracht wird, daß die feinen Dampfstrahlen schräg zur Rostebene gerichtet sind. Durch diesen Dampfschleier wird die Luft an zu schnellem Entweichen gehindert und mit den Rauchgasen gemischt, so daß die Verbrennung beschleunigt und die Wärme im Flammrohr erhöht wird. Der Dampfschleier wird durch zwangläufiges Öffnen eines Dampfhahns beim Öffnen der Feuertür hervorgerufen und hört nach vollständigem Abschluß der Türöffnungen wieder auf. In den Abb. 399 bis 402 ist diese Einrichtung dargestellt[2]).

Beim Schließen der Feuertür (*A*) wird durch das auf der Drehachse (*C*) befestigte kleine Zahnrad eine wagerechte Welle gedreht, die die Drehschieber (*S*) in der Feuertür (die Luftöffnungen) öffnet. Ferner wird gleichzeitig durch eine auf dem oberen Ende der Drehachse angebrachte kleine exzentrische Scheibe und Hebelübersetzung das Dampfventil (*K*) geöffnet, so daß der Dampf zur Schleierbildung durch die Düse *D* austreten kann. Zum Abschluß der Türöffnungen und des Dampfventils tritt der Schließer (*P*) in Tätigkeit. Er ist in Abb. 402 besonders dargestellt und besteht aus einem Kolben (*B*), einem Saugventil (*V*) und einem mit Öl gefüllten Behälter (*T*). Beim Öffnen der Feuertür wird durch eine Hebelübersetzung (*E*) der Schließer gespannt, d. h. der Kolben wird gehoben und das Öl dadurch angesaugt. Nach Schluß der Feuertür geht der Kolben selbständig wieder zurück und drückt das Öl durch eine feine Öffnung, die durch das Nadelventil (*N*) nach Bedarf vergrößert oder verkleinert werden kann, langsam wieder in den Behälter hinein. Dabei werden durch die Hebelleitung (*E*) und die Zahnradübersetzung die Schieber (*S*) in der Feuertür allmählich vollständig abgeschlossen und außerdem durch die am oberen Ende der Drehachse (*C*) befindliche Hebelleitung das Dampfventil (*K*) abgesperrt. Durch das Nadelventil (*N*) kann man die Zeitdauer regeln.

Von dem Ausschuß wurden mit dieser Einrichtung genaue und andauernde Versuche an einem Raddampfer von etwa 1000 PSi gemacht. Bei ihrer Anwendung brannten die Feuer hell und weiß, beim Beschicken und Schüren war kaum irgend welcher Rauch wahrnehmbar. Beim Abstellen des Dampfschleiers war eine Zunahme der Rauchbildung sofort zu bemerken, nament-

1) J. Schnell, Erfahrungen auf dem Gebiet der Rauchverminderung. Z. f. Binnensch. 1910, S. 31.

2) Aus dem Zentralblatt der Bauverwaltung 1905, Aufsatz von Düsing.

lich beim Beschicken und Schüren entwickelte sich schwarzer Rauch und dieser wurde noch stärker, sobald die Luftzuführung durch die Feuertüren abgestellt wurde. Es wurde einen Tag lang mit der Vorrichtung und einen zweiten Tag ohne sie gefahren, wobei am ersten Tage stündlich 1,005 t, am zweiten 1,0045 t Kohle verbraucht wurden. Die Einrichtung bringt mithin keine Kohlenersparnis, aber auch keinen beachtenswerten Mehrverbrauch.

Rauchverminderungs-Einrichtung von Marcotty. Abb. 399 bis 402.

Abb. 399. Ansicht des Kessels. Abb. 400. Schnitt durch Flammrohr und Feuertür.

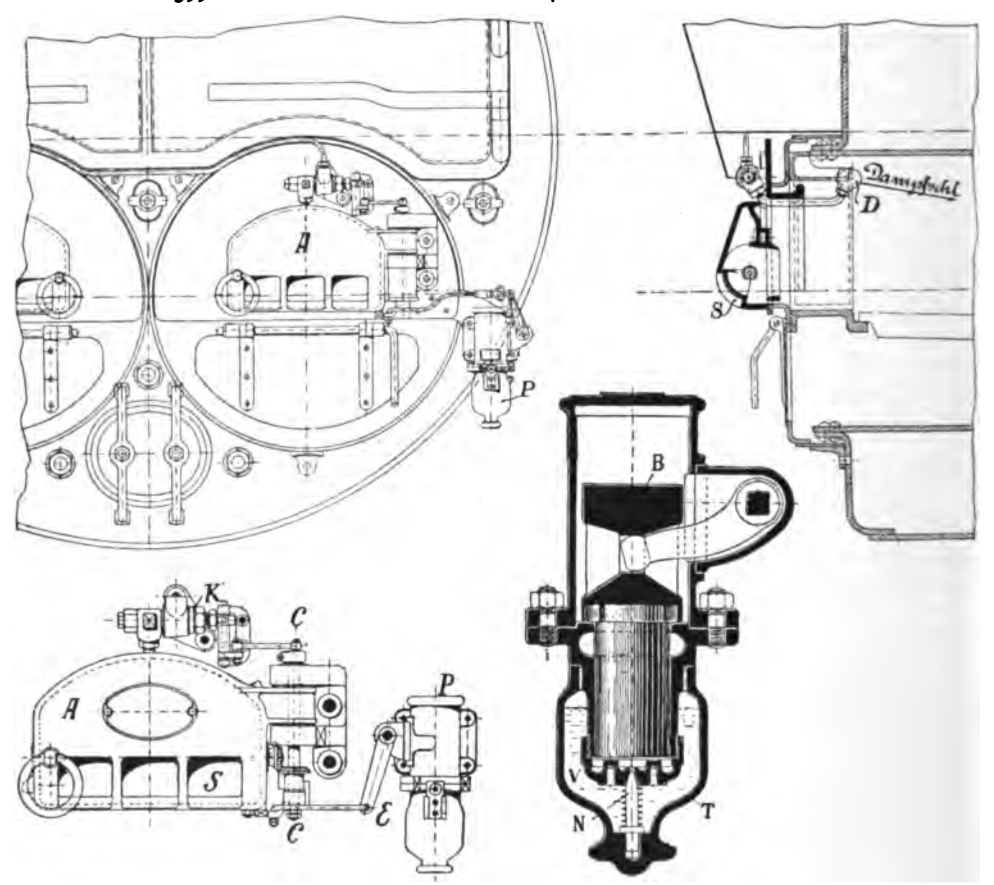


Abb. 401. Ansicht der Feuertür. Abb. 402. Der Schließer.

Der für den Dampfschleier nötige Brennstoffverbrauch wird durch die bessere Verbrennung wieder ausgeglichen. Es zeigte sich ferner, daß bei verstärkter Fahrt mit voller Zilinderfüllung die Rauchentwicklung bei der Marcottyschen Einrichtung zwar etwas zunahm, aber doch in zulässigen Grenzen blieb.

Der preußische Minister der öffentlichen Arbeiten hat im Jahre 1903 und wiederholt im Jahre 1905 die Staatsbauverwaltung beauftragt, diese Vor-

richtungen auf ihren Dampfschiffen anzubringen und auch bei den Privatreedereien auf ihre Einführung hinzuwirken. Die Anordnung von Marcotty ist im Jahre 1909 durch den Oberingenieur Schnell vereinfacht und verbessert worden. Auch sind in neuester Zeit noch andere Vorrichtungen erfunden, die sich gleichfalls bewährt haben sollen.

Die Wasserrohrkessel unterscheiden sich von den Walzenkesseln mit Feuerrohren dadurch, daß bei ihnen sich das Wasser in engen Rohren befindet, die allseitig von den Feuergasen bestrichen werden, während bei jenen die von den Feuergasen erfüllten engen Feuer- oder Heizrohre durch den Wasserraum geführt werden. Daraus erkennt man sogleich, daß der Wasservorrat eines Wasserrohrkessels verhältnismäßig kleiner ist als bei einem Walzenkessel, daß die Dampfentwicklung daher schneller vor sich gehen wird und daß die Kesselspeisung darum sehr vorsichtig und aufmerksam besorgt werden muß, damit das Wasser weder überkocht noch der Wasserstand sinkt. Ferner ist nicht nur das im Kessel vorhandene Wassergewicht, sondern auch das Eigengewicht des Kessels und der Raumbedarf für seine Aufstellung, namentlich die erforderliche Grundfläche kleiner als bei einem Walzenkessel von gleicher Leistungsfähigkeit. Das sind für einen Schiffskessel große Vorzüge und es ist erklärlich, daß man sich seit vielen Jahren bemüht hat, zweckmäßige Kesselformen zu erfinden. Erst seit 1850 sind einigermaßen brauchbare Anordnungen zur Ausführung gekommen, und zwar zunächst bei der Kriegsmarine, weil die Vorteile für sie ausschlaggebend waren. Die Handelsmarine und besonders die Binnenschiffahrt haben sich bisher im allgemeinen ablehnend verhalten, da selbst die verhältnismäßig besten Kesselarten sich noch nicht in langjährigem, dauerndem Betriebe bewährt haben.

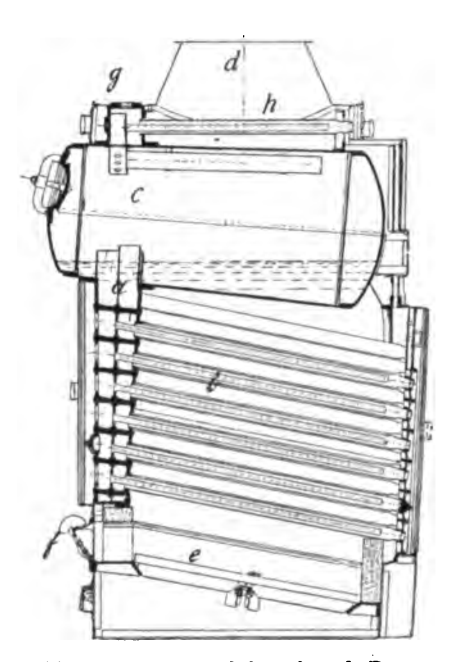


Abb. 403. Wasserrohrkessel nach Dürr.

Man unterscheidet Kessel mit geraden und weiten (60 bis 90 mm) Rohren und solche mit krummen und engen (30 bis 60 mm) Rohren. Ferner unterscheidet man Kessel mit und ohne Wasserkammern. Bei den letzteren, zu denen die älteste Bauart Belleville gehört, besteht der Kessel aus einer Zahl von wenig zur Wagerechten geneigten geraden Röhren, die im Zickzack von unten bis oben geführt sind und in einem zilindrischen Dampfsammler endigen. Bei den Wasserkammerkesseln mit geraden, weiten Rohren

sind diese ebenso etwas geneigt und endigen auf einer Seite sämtlich in einer vorderen, senkrecht oder etwas geneigt stehenden Wasserkammer, über welcher dann der Dampfsammler oder Oberkessel liegt. Die andere Seite der Rohre ist in der Regel geschlossen. Um in ihnen eine lebhaftere Wasserbewegung hervorzurufen, sind sie (nach Fieldscher Art) mit dünneren Einsteckrohren versehen. Zu diesen Kesseln gehören z. B. die französische Bauart Niclausse (seit 1890) und die deutsche Bauart Dürr (seit 1893 von der Düsseldorf-Ratinger Röhrenkesselfabrik gebaut). Von der letzteren ist in Abb. 403 ein Beispiel mitgeteilt:

a ist die durch eine senkrechte Wand in zwei Teile zerlegte Wasserkammer. Die engen Einsteckrohre münden in ihren vorderen, die weiteren Rohre (*b*) in ihren hinteren Teil. Das Speisewasser tritt zuerst durch die vordere Wasserkammer in die Einsteckrohre und durch deren hintere Öffnung in die Hauptrohre, in denen die eigentliche Dampfentwicklung vor sich geht. Trotz des verhältnismäßig großen Oberkessels (*c*) bleibt der Dampf ziemlich naß, wenn er nicht getrocknet oder überhitzt wird. Zu diesem Zweck sind vom Dom (*g*) den Wasserrohren ähnliche Dampfrohre (*h*) durch die Rauchkammer (*d*) geführt. *f* ist die Feuertür und *e* der Rost, von dem die Feuergase die Rohre umspülen und bei *d* zum Schornstein gelangen. Der Heizraum wird ringsum durch Eisenplatten abgeschlossen, die mit Wärmeschutzmasse u. dgl. versehen sind.

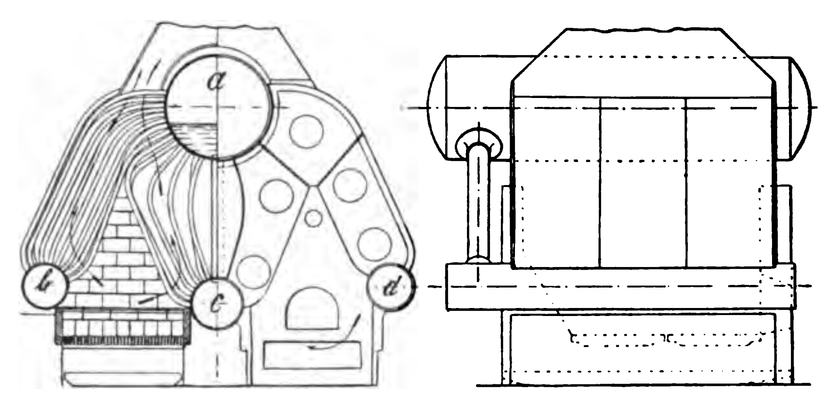


Abb. 404 und 405. Wasserrohrkessel nach Thornycroft.

Die amerikanische Bauart Babcock-Wilcox ist mit zwei Wasserkammern (an beiden Enden der Rohre) ausgerüstet.

Bei den Kesseln mit krummen und engen Rohren liegen die zilindrischen Wasserkammern oder Unterkessel (2 oder 3) wagerecht unten, während oben, ihnen gleichlaufend, der Oberkessel oder Dampfsammler angeordnet ist. Von den Wasserkammern zum Dampfsammler sind die engen, stark gekrümmten Rohre in Bündeln geführt und zwischen diesen sind die Roste angeordnet, so daß die Heizgase die Rohre umspülen. Außerhalb des Feuerraums ist der Oberkessel durch besondere Rohre mit den Unterkesseln verbunden, so daß eine lebhafte Wasser- und Dampfbewegung hervorgerufen wird.

Thornycroft erfand diese Bauart im Jahre 1886. Zuerst waren nur 2 Unterkessel angeordnet; doch ist diese Zahl später auf 3 gebracht worden, wie die Abbildungen 404 und 405 zeigen[1]: *a* ist der Oberkessel und Dampfsammler, *b*, *c* und *d* sind die Unterkessel und Wasser-

1) Aus Rühlmann-Flamm.

kammern, zwischen denen die beiden Roste liegen. Das Speisewasser gelangt zuerst in den Oberkessel, durch die Abfallrohre in die Unterkessel und dann in die engen Wasserrohre, wo sich der Dampf entwickelt. Bei der sehr lebhaften Bewegung des Wassers kann ein Absetzen von Kesselstein in den dünnen Rohren gar nicht eintreten, so daß deren Reinigung nicht erforderlich wird. Eine besondere Eigentümlichkeit dieser Erfindung besteht darin, daß bei jedem Rohrbündel die Rohre aus den zweiten Reihen (innen und außen) in die ersten Reihen hineingebogen sind und mit diesen nahezu dichte Wände bilden, durch die den Heizgasen eine Führung gegeben wird, so daß sie sich in der Richtung der Pfeile bewegen müssen. Dadurch legen die Gase einen weiteren Weg zurück und werden besser ausgenutzt.

Diese Absicht ist bei dem **Schulz**-Kessel (Patent von 1894) noch weiter durchgeführt (Abb. 406) und dadurch eine noch größere Wärmeabgabe von den Heizgasen an das zu verdampfende Wasser erreicht worden. R. Schulz (Direktor der Germania in Berlin-Kiel) hat durch das Zusammenbiegen der Rohre noch mehrere Wände geschaffen, die in der Abbildung durch doppelte Linien ersichtlich gemacht sind. Die zusammengebogenen Wände lassen ferner durch die Spalten bei *x* von dem Rost frische Feuergase und Luft in die einzelnen Feuerzüge eintreten, um die dort etwa noch vorhandenen unverbrannten Brennstoffteile vollständiger zu verbrennen. Auch können bei *r* noch Rohre eingesetzt werden, um von außen durch die Vorder- oder Rückwand des Kessels weitere Luft zuzuführen.

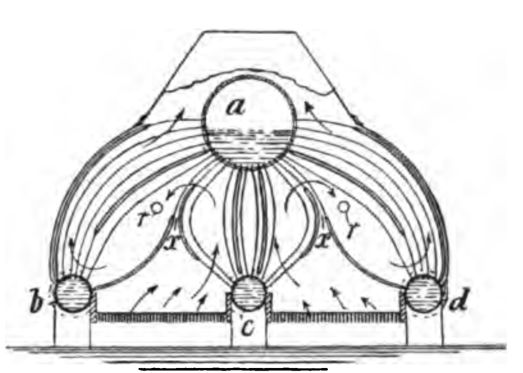


Abb. 406. Wasserrohrkessel nach Schulz.

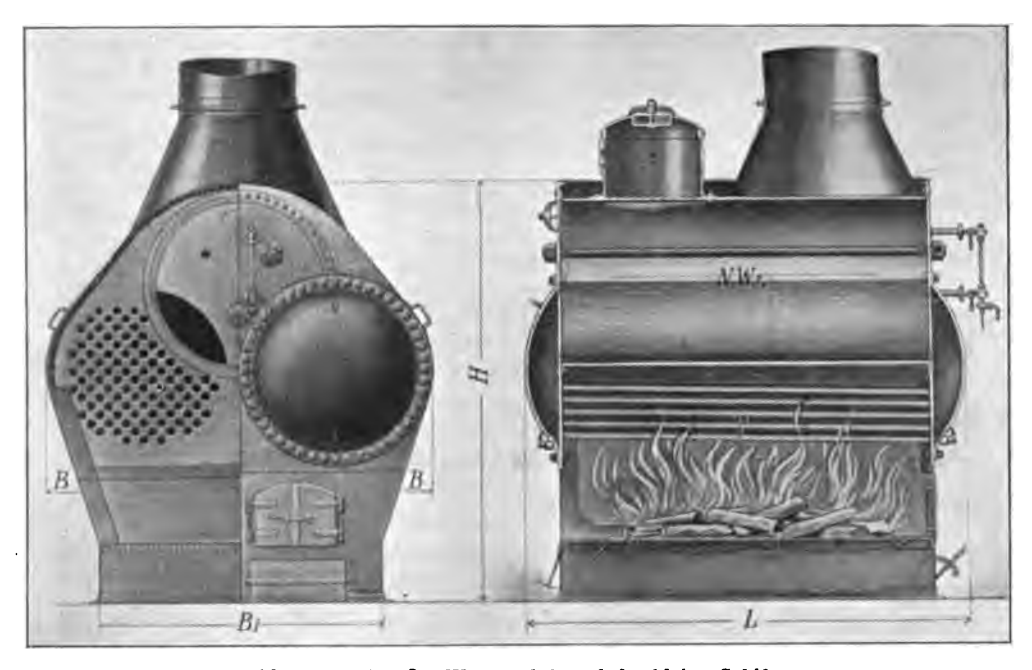


Abb. 407 und 408. Wasserrohrkessel für kleine Schiffe.

Solche Kessel haben sich auf den Schiffen der deutschen Kriegsmarine gut bewährt. Erwähnenswert bleibt, daß bei diesen Kesseln wegen der engen Rohre und der kleinen Durchmesser der Oberkessel und Dampfsammler kaum eine Explosionsgefahr besteht. In den neuen polizeilichen Bestimmungen des Bundesrats, die weiter unten erwähnt sind, werden darum in § 3, 3 in betreff der Höhenlage der Feuerzüge besondere Ausnahmen für solche Kessel zugelassen, zumal die Gefahr des Erglühens bei der im Verhältnis zur Rostfläche meistens sehr groß gewählten Heizfläche als ausgeschlossen angesehen werden kann. Bei Wasserrohrkesseln mit weiten Rohren macht man die Heizfläche mindestens 30 bis 40, bei solchen mit engen Rohren 45 bis 60 mal so groß wie die Rostfläche.

In den Abbildungen 407 und 408 ist ein Wasserrohrkessel nach der Bauart von Holtz dargestellt, der bei Barkassen und kleineren Schiffen zuweilen angewandt wird. Die Heizgase umspülen die wagerechten Wasserrohre, die an ihren Enden mit einem darüber gelegenen zilindrischen Kessel in Verbindung stehen, der den Dom trägt.

Vergleich zwischen Walzenkesseln und Wasserrohrkesseln.

1. Kriegschiffe mit künstlichem Zug.		Walzenkessel mit Feuerrohren	Wasserrohrkessel nach Dürr	Wasserrohrkessel nach Schulz
Pferdestärken	PSi	1000	1000	1000
Dampfspannung	kg je cm²	13—15	bis 15	15—23
Äußerer Rohrdurchmesser	mm	—	80	36
Heizfläche	m²	280	240	225
Rostfläche	m²	8,4	5,7	4,7
Verhältnis beider		33	42	46
Erzeugter Dampf je Stunde und 1 m² Heizfläche	kg	28,6	33,3	34,8
Verbrannte Kohlen je Stunde und 1 m² Rostfläche	kg	119	175	212
Grundfläche des Kesselraums	m²	31	27	18
Gewicht des Kessels mit Ausrüstung und Bekleidung	t	49	22	16
Gewicht des Wassers	t	19	6	3
Gewicht des Kessels mit Wasser	t	68	28	19

2. Binnenschiffe mit natürlichem Zug.		Walzenkessel mit rückkehrender Flamme	Walzenkessel mit durchschlagender Flamme	Wasserrohrkessel nach Dürr	Wasserrohrkessel nach Schulz größerer	Wasserrohrkessel nach Schulz kleinerer
Dampfspannung	kg je cm²	10	11	11	11	11
Heizfläche	m²	60	60	50	50	36
Gewicht des Kessels	t	12,7	10,5	6,3	3,75	2,8
» » Wassers	t	6,1	6,0	1,2	0,85	0,7
» » Kessels mit Wasser	t	18,8	16,5	7,5	4,6	3,5
Hieraus das Gewicht je 1 m² Heizfläche:						
Gewicht des Kessels	kg	101,7	100	126,1	75	77,8
» » Wassers	kg	211,7	175	23,1	17	19,5
» » Kessels mit Wasser	kg	313,4	275	149,2	92	97,3

Von den beiden vorstehenden Tafeln ist die erste (für Kriegschiffe) nach Angaben von R. Schulz aus dem Jahre 1907 zusammengestellt und dem Werke von C. Matschoß (Entwicklung der Dampfmaschine) entnommen. Sie bezieht sich auf Linienschiffe und Kreuzer bei angestrengter Maschinenleistung von 6stündiger Dauer mit künstlichem Zug. Die zweite Tafel von Blümcke (für Binnenschiffe) ist in seinem Bericht zum Mailänder Kongreß von 1905 enthalten.

Bei diesen großen Gewichtsunterschieden bleibt es schwer verständlich, daß die Wasserrohrkessel bisher selten in der Binnenschiffahrt Anwendung gefunden haben. Blümcke führt das auf den kleinen Wasserraum zurück, der gerade für die Binnenschiffahrt nicht geeignet sei. »Je größer der Wasserraum, umso größer der Wärmespeicher, so daß bei vorübergehend größerem Dampfverbrauch sogleich eine Selbstverdampfung des Wassers erfolgt, und umgekehrt eine Wärmeaufspeicherung bei geringerem Dampfverbrauch, wie z. B. bei zeitweiligem Langsamfahren oder Anhalten.« Dem kann nicht ganz zugestimmt werden; denn die Dampfentwicklung kann gerade in einem Wasserrohrkessel besonders leicht verändert und dem Bedürfnis angepaßt werden. Selbstverständlich verlangt er, wie schon oben erwähnt, eine sorgfältigere Behandlung und Bedienung. Nach Sachsenberg erfordert die Reinigung der Wasserrohrkessel auf Binnenschiffen mit Einspritzkondensation mehr Zeit und Kosten als bei Walzenkesseln [1]). Bei seinen sonstigen großen Vorzügen wird der Wasserrohrkessel in Zukunft aber auch für die Binnenschiffahrt eine gewisse Bedeutung bekommen.

Das Gewicht der Dampfkessel setzt sich nach der Hütte (20. Auflage, II, S. 742) allgemein aus $a \cdot H + b \cdot R + c \cdot R + d \cdot R + e + H$ in kg zusammen, worin H die Heizfläche und R die Rostfläche in m² bedeuten. Für die Werte a bis e gilt folgende Tafel:

		Walzenkessel mit Überdruck von		Engrohrige Wasserrohrkessel
		7 bis 10 Atm.	10 bis 15 Atm.	
a	Kessel mit Bekleidung . . . . . . je m² H	145—193	193—235	50—60
b	Grobe Armatur mit Mauerwerk . je m² R	800—1100	800—1100	500—700
	(Bei künstlichem Zug Howden)	1500—1800	1500—1800	
c	Feine Armatur und innere Rohre . je m² R	190—200	(200—230 bei künstl. Zug)	110—150
d	Rauchkammer und Schornstein . . je m² R	800—1000	(1000—1800 sehr große Schiffe)	700—1000
e	Kesselwasser . . . . je m² H	100	100	12—16

Das Gewicht des Kessels mit Ausrüstung und Schornstein ohne Wasser kann man bei Binnenschiffen mit Dreifach-Expansionsmaschinen je indizierte Pferdestärke zu 75 bis 85 kg annehmen, das Gewicht des Wassers zu 25 bis 30 kg.

Im Anschluß an die Vorschriften der Reichsgewerbeordnung (1869 und 1873) sind unter dem 17. Dezember 1908 von dem deutschen Bundesrat »Allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Schiffsdamfkesseln« erlassen worden, die sich auf den Bau, die Aus-

1) Jahrbuch der Schiffbautechn. Gesellschaft 1908, S. 319.

rüstung, die Prüfung und die Aufstellung der Kessel beziehen. Diesen Bestimmungen sind ausführliche »Materialvorschriften« und »Bauvorschriften« beigefügt, die über alle Blechstärken, Nietungen u. dgl. genaue Angaben enthalten, von deren Mitteilung an dieser Stelle abgesehen werden muß.

Aus den polizeilichen Bestimmungen sollen hingegen einige wichtige Punkte angeführt werden:

Nach § 3 müssen die Feuerzüge oder die von den Heizgasen berührten Bleche an ihrer höchsten Stelle mindestens 100 mm unter dem festgesetzten niedrigsten Wasserstande liegen, auch wenn das Schiff sich um 4° nach der Seite neigt. (Bei Seeschiffen 150 mm.)

Nach § 4 müssen mindestens 2 voneinander unabhängige Speisevorrichtungen vorhanden sein, deren jede dem Kessel doppelt soviel Wasser zuführen kann, als beim gewöhnlichen Betriebe erforderlich. Bei den von der Hauptmaschine angetriebenen Pumpen genügt das $1^1/_2$fache. Handpumpen sind nur zulässig, wenn das Produkt aus der Heizfläche in m^2 und der Dampfspannung in Atmosphären Überdruck die Zahl 120 nicht übersteigt.

Die nach § 5 erforderlichen beiden Speiseleitungen müssen durch ein Rückschlagventil möglichst nahe am Kessel abgeschlossen werden und ferner mit je einem Sicherheitsventil versehen sein, wenn sie mit einer von der Hauptmaschine angetriebenen Pumpe zusammenhängen. Sie müssen ferner möglichst so angeordnet werden, daß auch bei undichtem Rückschlagventil eine Entleerung des Kessels ausgeschlossen ist.

Nach § 6 muß zwischen dem Speiseventil und dem Kessel noch eine besondere Absperrvorrichtung vorhanden sein und außerdem eine Vorrichtung zum Entleeren des Kessels.

Im § 7 werden zur Erkennung des Wasserstandes mindestens 3 Vorrichtungen verlangt, von denen 2 Wasserstandsgläser sein müssen. Diese sind in einer zur Längsrichtung des Schiffs senkrechten Ebene in gleicher Höhe und Entfernung von der Kesselmitte, möglichst weit von ihr nach rechts und links abstehend anzubringen. Die Lichtweiten der Gläser und die Bohrungen der Vorrichtungen müssen mindestens 8 mm betragen. Hähne müssen zum Durchstoßen während des Betriebes eingerichtet sein. Der unterste Probierhahn (oder Ventil) muß in der Höhe des niedrigsten Wasserstandes liegen. An allen Hähnen muß die Durchgangsrichtung deutlich angezeichnet sein. Die Gläser sind so anzubringen, daß der höchste Punkt der Feuerzüge (§ 3) mindestens 30 mm unterhalb der unteren sichtbaren Begrenzung des Glases und der niedrigste Wasserstand nicht höher als in der Mitte des Glases liegt.

Nach § 8 ist der niedrigste Wasserstand an der Kesselwand durch eine etwa 30 mm lange, feste Strichmarke, die durch die Buchstaben N. W. begrenzt wird, zu bezeichnen. Ferner ist neben oder hinter jedem Wasserstandsglase in Höhe der Strichmarke ein Schild mit der Aufschrift »Niedrigster Wasserstand« nebst einem bis nahe an das Glas reichenden wagerechten Zeiger anzubringen.

Nach § 9 müssen an jedem Kessel wenigstens 2 Sicherheitsventile angebracht werden, die jederzeit zugänglich sind und leicht gelüftet und gedreht werden können. Sie dürfen höchstens so belastet werden, daß sie beim Eintritt der höchsten Dampfspannung den Dampf entweichen lassen und ihr gesamter Querschnitt muß so viel Dampf abführen können, daß die fortgesetzte Spannung höchstens um 0,1 ihres Betrages überschritten wird.

§ 10 verlangt zwei Manometer, die nach Atmosphären eingeteilt sind und eine deutliche Marke der höchsten zulässigen Spannung tragen. Das eine muß sich im Gesichtskreise des Kesselwärters, das andere auf Deck befinden.

In § 11 ist die Anbringung eines Fabrikschilds vorgeschrieben, auf dem die höchste Dampfspannung, der Name und Wohnort des Fabrikanten, die Fabriknummer, das Jahr der Anfertigung und der geringste Abstand des niedrigsten Wasserstandes von der höchsten Stelle der Feuerzüge in mm deutlich angegeben sind.

Nach § 12 muß jeder neue oder neu zu genehmigende Kessel von dem zuständigen Sachverständigen einer Bauprüfung, einer Prüfung mit Wasserdruck und einer Abnahmeprüfung unterzogen werden. Die Wasserdruckprobe erfolgt bei Kesseln bis zu 10 Atm. Überdruck mit dem $1^1/_2$fachen Druck, bei Kesseln über 10 Atm. mit einem um 5 Atm. höheren Druck, als beabsichtigt ist. Unter dem Atmosphärendruck wird der Druck von 1 kg je cm^2 verstanden. Nach der Prüfung werden die Niete des Fabrikschilds von dem Sachverständigen mit einem amtlichen Stempel versehen.

§ 13 ordnet die Druckproben nach Hauptausbesserungen des Kessels an.

Nach § 14 muß an dem Manometerrohre ein Stutzen zur Befestigung des amtlichen Doppelmanometers mit bestimmten Abmessungen des Flansches angebracht werden.

§ 15 schreibt vor, daß die Kessel sorgfältig im Schiffe zu lagern, sowie gegen seitliche Verschiebung oder Drehung und gegen Verschiebung nach vorn oder hinten ausreichend zu sichern sind.

Schließlich sind noch Bestimmungen über die Aufbewahrung der Kesselpapiere und über das Kesselrevisionsbuch erlassen worden.

Durch die Vereinbarung der verbündeten deutschen Regierungen vom 3. Juli 1890 ist außerdem für die Freizügigkeit der Dampfkessel innerhalb des Deutschen Reiches gesorgt und gleichzeitig bestimmt, daß jeder Dampfschiffskessel mindestens alljährlich einer äußeren und alle zwei Jahre einer inneren amtlichen Untersuchung unterworfen werden soll.

Für Preußen gilt ferner das Gesetz vom 3. Mai 1872 und die Ministeranweisung vom 9. März 1900. Diese gibt nähere Vorschriften über das Verfahren bei der Genehmigung und bei der regelmäßigen technischen Untersuchung der Dampfkessel. Von Wichtigkeit ist, daß die Zuständigkeit der betreffenden Behörden von dem Heimathafen des Schiffes abhängt. Außerdem bezieht sich die Anweisung auf die Wirksamkeit der Dampfkessel-Überwachungsvereine und auf die Gebühren.

Zur Sicherheit des Kesselbetriebs sind Unfallverhütungsvorschriften von den Binnenschiffahrt-Berufsgenossenschaften erlassen worden und gedruckte Vorschriften für die Kesselwärter werden im Kesselraum aufgehängt.

Dampfmaschinen.

Die Entwickelung der modernen Mehrfach-Expansionsmaschinen. Bei den ersten Kraftmaschinen, den Luftdruckmaschinen (atmosphärische Dampfmaschinen, vgl. S. 88) wirkte auf die Abwärtsbewegung des Kolbens allein der natürliche Luftdruck (eine Atmosphäre = 760 mm Quecksilberhöhe) mit etwa 1 kg auf 1 cm^2. Unter dem Kolben wurde durch Kondensation von Wasserdampf eine Luftverdünnung (Vakuum) erzeugt, die höchstens bis zu 0,8 ging, so daß unter dem Kolben ein Gegendruck von etwa 0,2 kg blieb und die wirksame Kraft also 1 — 0,2 = 0,8 kg je cm^2 betrug. Diese Maschinen wirkten allein durch Kondensation. Watt setzte an die Stelle des Luftdrucks den Dampfdruck und ließ diesen nicht nur auf eine Seite des Kolbens, sondern abwechselnd auf beide Seiten wirken. So erfand er die doppelt wirkende Dampfmaschine. Anfangs trat der Dampf während der ganzen Dauer des Kolbenhubs in den Zilinder ein und das Zuleitungsrohr wurde erst geschlossen, wenn der Hub beendigt war und der Dampf auf die andere Kolbenseite wirken sollte. Watt erfand 1778 die Expansion, indem er den Dampf nur während eines Teils des Kolbenhubs (bis auf ein, zwei oder drei Viertel seines Weges) durch den Schieber eintreten ließ. Der Dampf dehnt sich dann im Zilinder bei dem weiteren Fortschreiten des Kolbens aus (expandiert) und verläßt den Zilinder mit möglichst niedriger Spannung. Durch diese Erfindung wird die Spannung des Dampfes mehr ausgenutzt und eine erhebliche Ersparnis an Brennstoff herbeigeführt.

Die Vorrichtungen zur Regelung des Dampfeintritts und -austritts nennt man die Steuerung der Dampfmaschine. Sie wird bei den Schiffsmaschinen in der Regel durch Schieber (Flachschieber, Muschelschieber, Kolbenschieber)

bewirkt, ausnahmsweise durch Ventile (z. B. von Gebrüder Sulzer in Winterthur). Zur Bewegung der Schieber werden meistens exzentrische Scheiben auf der Kurbelwelle benutzt. Doch kommen auch andere Steuerungen vor, z. B. bei Raddampfern die Joy-Steuerung, die von den Schubstangen der Kurbel ausgeht. Zur Regelung der veränderlichen Expansion (des Füllungsgrads S. 507) dienen oft noch besondere Expansionsschieber in verschiedenen Anordnungen. Ein besonders für Schiffsmaschinen wichtiger Teil ist die Umsteuerung, d. i. die Vorrichtung, um der Kurbelwelle eine andere Drehrichtung zu geben, das Schiff also vorwärts oder rückwärts gehen zu lassen. Meistens verwendet man dazu Kulissensteuerungen (von Stephenson, Gooch, Heusinger usw.), wie sie auch bei den Lokomotiven üblich sind. Zur Bewegung der Kulisse ist fast immer noch eine zweite exzentrische Scheibe auf der Kurbelwelle erforderlich. Es werden aber auch Lenkersteuerungen angewendet (z. B. von Klug und Marshall), die nur eine Exzenterscheibe brauchen.

Die älteren Maschinen seit Watt hatten Einspritzkondensation, die noch heute am meisten verbreitet und in der Binnenschiffahrt fast ausschließlich benutzt wird. Der verbrauchte Dampf wird aus dem Zilinder in einen Behälter, den Kondensator, geleitet, wo er durch Einspritzen von kaltem Wasser kondensiert, also wieder zu Wasser gemacht wird. Das hierzu nötige Kühlwasser wird unmittelbar durch ein Ventil im Schiffsboden aus dem Fahrwasser entnommen. Das aus dem Dampf gewonnene Wasser wird mit dem verbrauchten Kühlwasser (Kondenswasser) durch die Luftpumpe über Bord geschafft, so weit es nicht zur Kesselspeisung verwendet wird. Diese Pumpe wird meistens stehend angeordnet und entweder von der Kurbelwelle oder von einer Schubstange angetrieben.

Bis etwa zum Jahre 1850 kannte man nur Niederdruckmaschinen, die mit einer Dampfspannung von 2 bis 3 kg je cm² arbeiteten. Sie hatten einen hohen Kohlenverbrauch von 2,5 bis 3 kg Kohlen je Stunde und Pferdestärke. Eine Steigerung des Dampfdrucks war bei der Anwendung der Einspritzkondensation auf den Seeschiffen nicht ausführbar, weil dabei viel Salz mit dem Speisewasser in den Kessel gelangte und zu starker Kesselsteinbildung führte, sobald die Wärme des Kesselwassers über 144° C stieg. Der Kesselstein in stärkerer Schicht führt aber zu großer Betriebsgefahr, weil die damit bedeckten Blechteile leicht glühend werden können. Durch den Oberflächenkondensator (Halls Patent von 1834, etwa seit 1860 allgemein eingeführt) wurden diese Bedenken beseitigt, und es konnten Hochdruckmaschinen (S. 504) nicht nur auf Flußschiffen, sondern auch auf Seeschiffen Verwendung finden. Ein Oberflächenkondensator besteht aus einer großen Zahl enger Rohre, die, ähnlich wie ein Dampfkessel, von einem Mantel umschlossen sind. Man läßt das Kühlwasser entweder durch die Rohre oder durch die Zwischenräume gehen. Da hierbei weniger Luft als bei der Einspritzung in den kondensierten Dampf gelangt, kann man auch eine größere

Luftverdünnung, bis zu 0,95, erreichen, so daß im Zilinder der Gegendruck auf 0,05 kg sinkt. Damit ist eine merkliche Ersparnis an Brennstoff verbunden.

Die Hochdruckmaschinen mit 5 und 6 kg Dampfspannung und Expansion in einem Zilinder brachten nur eine Verminderung des Kohlenverbrauchs um 0,1 bis 0,12, weil bei dem stärkeren Wärmegefälle im Zilinder eine bedeutende Kondensation eintrat, zumal man bei diesen Maschinen die Überhitzung (S. 509) wieder aufgegeben hatte. Der Übelstand wurde durch die Expansion in 2 Zilindern bei der Verbundmaschine beseitigt, die durch Elder in Glasgow in der Mitte der fünfziger Jahre eingeführt wurde.

Diese Maschine war schon im Jahre 1829 von Roentgen in Rotterdam (vgl. S. 95, Fußnote) erfunden und bei einigen Raddampfern ausgeführt worden. Auch die »Gute Hoffnungs-Hütte« hatte im Jahre 1838 für »König von Preußen« die erste deutsche Verbundmaschine mit schwingenden Zilindern gebaut, und auf der Wolga waren im Jahre 1903 noch 3 Schiffe mit solchen Maschinen im Betrieb, die 1845 gebaut waren[1]). Aber diese Erfindung war in Vergessenheit gekommen, bis sie von England etwa 1860 wieder nach Deutschland kam.

Die Einrichtung besteht darin, daß der frische Dampf zuerst mit geringer Expansion in dem kleinen Zilinder arbeitet, dann in einen Behälter tritt, der Aufnehmer (Receiver) genannt wird, und aus diesem in den großen Zilinder gelangt, wo er unter weiterer Expansion fortarbeitet. Beide Kolbenstangen wirken an derselben Welle; aber ihre Kurbeln sind um 90° gegeneinander versetzt, so daß es keinen toten Punkt gibt. Damit war eine gut für Schiffe geeignete Maschine geschaffen. Man hatte sich bis dahin mit Zwillingsmaschinen beholfen, die beide ganz gleich angeordnet und angetrieben wurden, aber mit versetzten Kurbeln an derselben Welle wirkten. Sie haben einen größeren Kohlenverbrauch[2]). Vom Jahre 1875 an wurden die Verbundmaschinen überall eingeführt, und man baute sie für Schraubendampfer stehend, als sogenannte Hammermaschinen (wegen der Ähnlichkeit mit dem Dampfhammer). Das Verhältnis der Durchmesser der beiden Zilinder war anfangs 1 : 3, später 1 : 4. Ende der siebziger Jahre kam man auf eine Dampfspannung von 6 kg je cm^2 und auf einen Kohlenverbrauch von 1,25 bis 1 kg je Stunde und Pferdestärke. Bei der wachsenden Größe der Maschinenleistungen, die in dieser Zeit schon bis zu 5000 Pferdestärken gingen, bekamen die Niederdruckzilinder sehr bedeutende Abmessungen, die wegen der starken Kondensation zu hohen Dampfverlusten führten. Man teilte darum den Niederdruckzilinder und baute seit 1881 Verbundmaschinen mit drei Zilindern, deren Kurbeln man unter 120° versetzte. Bei einem Dampfdruck von 7 bis 8 kg erreichte man damit einen Kohlenverbrauch von 0,87 kg. Der Dampfdruck wurde weiter gesteigert, sobald es

1) Matschoss, Entwickelung der Dampfmaschine. Berlin 1908.

2) Die sogenannte Woolfsche Maschine, die am Anfang der fünfziger Jahre eingeführt wurde, darf mit der Verbundmaschine nicht verwechselt werden. Auch bei ihr tritt zwar der Dampf aus dem kleinen Zilinder behufs weiterer Expansion in den großen Zilinder, aber unmittelbar, ohne den zwischenliegenden Aufnehmer. Die Kurbeln stehen um 180° gegeneinander, so daß die Maschine einen toten Punkt hat. Sie ist auch als Schiffsmaschine versucht worden. aber nur als Zwillingsmaschine mit 4 Zilindern.

gelang, einwandfreie Dampfkessel dazu herzustellen. In neuerer Zeit ist es üblich, bei Verbundmaschinen einen Druck von 10 bis 12 kg anzuwenden.

Die vorbeschriebene Maschine, deren 3 Kurbeln einen ruhigeren, gleichmäßigen Gang bewirkten, war die Vorläuferin zu der Dreifach-Expansionsmaschine, die eine weitere Verteilung der Expansion, also eine bessere Ausnutzung des Dampfes ermöglichte. Solche Maschinen waren schon in den siebziger Jahren in Frankreich und England gebaut worden, fanden aber wenig Nachahmung, weil sie bei dem geringen Dampfdruck von 7 bis 8 kg, den die damals gebauten Kessel erlaubten, keinen wirtschaftlichen Fortschritt ergaben. Am Anfang der achtziger Jahre gelang es, Kessel für Spannungen von 10 bis 11 kg herzustellen und hiermit erhielt auch die Dreifach-Expansionsmaschine ihre wirtschaftliche Berechtigung. In Deutschland wurden die ersten Maschinen dieser Art von Schichau in den Jahren 1882 und 1883 gebaut. Ihre großen Vorzüge, die in größerer Leistung, geringerem Dampfverbrauch und kleinerem Gewicht bestehen, veranlaßten seit 1883 ihre Anwendung auf den Torpedobooten.

Im Jahre 1887 wurden Schiffe mit solchen Maschinen von etwa 1000 Pferdestärken versehen, die bei einer Dampfspannung von 11 kg nur 0,78 kg Kohlen verbrauchten, und schon Mitte der neunziger Jahre erreichte man mit Dampfspannungen von 13 bis 14 kg in großen Maschinen von etwa 10000 Pferdestärken unter Benutzung von Dampfmänteln und großer Luftleere bei Probefahrten einen Kohlenverbrauch von 0,65 kg. Ähnlich wie früher bei den Verbundmaschinen wird auch bei den Dreifach-Expansionsmaschinen der Niederdruckzilinder von sehr starken Maschinen wegen der unbequemen, nachteiligen Größe geteilt, so daß man 4 Zilinder bekommt. Man geht bei diesen Maschinen heute bis zu einer Dampfspannung von 17 kg je cm².

Gegenüber der Verbundmaschine gibt die Dreifach-Expansionsmaschine bei sonst gleichen Umständen eine mittlere Kohlenersparnis von 0,17; obwohl dieser ein höheres Anlagekapital und kostspieligere Unterhaltung und Bedienung gegenüber stehen, baut man sie heute zuweilen schon für 150 Pferdestärken.

Die erste Vierfach-Expansionsmaschine wurde im Jahre 1884 in Amerika gebaut, fand aber erst gegen Ende der neunziger Jahre Verbreitung, als man Kessel für 15 bis 16 kg Spannung herstellen konnte. Gewöhnlich ordnet man sie mit 4 Zilindern und 4 Kurbeln an, die man entweder unter 90° oder dem Schlickschen Massenausgleich entsprechend gegen einander versetzt, um die Schwingungen des Schiffskörpers zu vermindern. Oft muß man bei starken Maschinen auch hier den Niederdruckzilinder teilen, so daß man 5 Zilinder bekommt, die entweder auf 3 oder auf 4 Kurbeln verteilt werden. Die mit diesen Maschinen etwa bis zum Jahre 1903 erreichten Kohlenersparnisse waren im Verhältnis zu der Dreifach-Expansionsmaschine nicht so bedeutend wie der Vorteil jener gegen die Verbundmaschine. Selbst bei den besten und größten Ausführungen kam man bei den Probefahrten nicht

unter etwa 0,6 kg. Das Wärmegefälle war bei 16 kg Dampfspannung für die vierstufige Expansion noch zu klein, um bei kleineren Maschinen merkliche Kohlenersparnisse hervorzubringen und dadurch die erhöhten Beschaffungs- und Unterhaltungskosten zu rechtfertigen. Gegenüber den Dreifach-Expansionsmaschinen wird auch Gewicht und Raumbedarf größer. Anders liegen heute (1911) die Verhältnisse, nachdem es gelungen ist, aus haltbarem Stahl zuverlässige Kessel für eine Dampfspannung von 21 kg zu bauen und es steht zu erwarten, daß die Vierfach-Expansionsmaschine noch größere wirtschaftliche Vorteile bieten wird, wenn man noch höhere Dampfspannungen anwenden kann. Es scheint nicht unwahrscheinlich, daß man in Zukunft mit Dampfüberhitzung noch auf einen geringeren Dampfverbrauch als 0,435 kg je Stunde und Pferdestärke kommen wird, wie im Jahre 1905 über die Dampfschiffe der »Inch«-Linie berichtet wurde[1]. Dabei war außer Überhitzung auch eine sorgfältige, weitgehende Vorwärmung des Speisewassers und der Verbrennungsluft vorgesehen.

Die vorstehenden Mitteilungen beziehen sich vorwiegend auf die verhältnismäßig großen und starken Maschinen der Seeschiffe. Bei der Binnenschiffahrt kommen teilweise andere Umstände in Frage, die nachstehend für die einzelnen Arten von Dampfschiffen untersucht werden sollen.

Die Dampfturbinen werden voraussichtlich wegen ihrer hohen Umlaufzahlen in absehbarer Zeit für die Binnenschiffahrt keine Bedeutung erhalten. Es ist deshalb von ihrer Beschreibung abgesehen worden.

Die **Schraubendampfer der Binnenschiffahrt** werden allgemein mit Hammermaschinen versehen. Bei kleinen Schiffen, wo es weniger auf Ersparnis an Brennstoff als auf geringen Tiefgang ankommt, vermindert man das Maschinengewicht, indem man die Kondensationseinrichtungen fortläßt und die Hochdruckmaschine mit Auspuff arbeiten läßt. Dies ist besonders bei Dampfbarkassen (Aufsichtsbooten u. dgl.) üblich. In diesem Falle wendet man zuweilen auch nur einen Zilinder an und setzt auf die Kurbelwelle ein kleines Schwungrad. Häufiger und zweckmäßiger ist aber die Wahl einer Verbundmaschine. Schraubendampfer von erheblicher Größe (mit einer oder zwei Schrauben) zum gewerblichen Betriebe werden in der Regel mit Verbundmaschinen und Kondensation ausgerüstet.

In den Abb. 409 bis 411 ist eine solche Maschine von 45 Pferdestärken dargestellt, die etwa 200 Umdrehungen je Minute macht. Über der 1,06 · 0,88 m großen gußeisernen, mit Rippen verstärkten Grundplatte *a* sind mittels 2 gußeiserner Frame *b* und 2 stählerner Säulen *c* die beiden Dampfzilinder *d* angeordnet. Der Hochdruckzilinder hat 160 mm, der Niederdruckzilinder 280 mm Durchmesser; der Hub ist 200 mm, der Dampfdruck 10 kg je cm². Die Zilinder werden mit den beiden Schieberkästen und dem Aufnehmer (Receiver) zusammen aus zähem, feinkörnigem Gußeisen hergestellt und vor dem Einbau in der Werkstatt gewöhnlich einer Wasserdruckprobe unterworfen, um die Dichtigkeit und Widerstandsfähigkeit zu prüfen. Um sie gegen Abkühlung zu schützen, umwickelt man sie mit Filz oder Kieselguhr und legt meistens noch Glanzstahlblech darüber. Die Zilinder werden mit Hähnen (*v*) zum Ausblasen

---

1) Techel und Narten, Fortschritt in den Mitteln zum Fortbewegen der Schiffe. Bericht zum 10. Int. Schiff.-Kongreß in Mailand, 1905.

Verbundmaschine von 45 PSi, Abb. 409 bis 411. 1 : 20.

Abb. 409. Abb. 410.

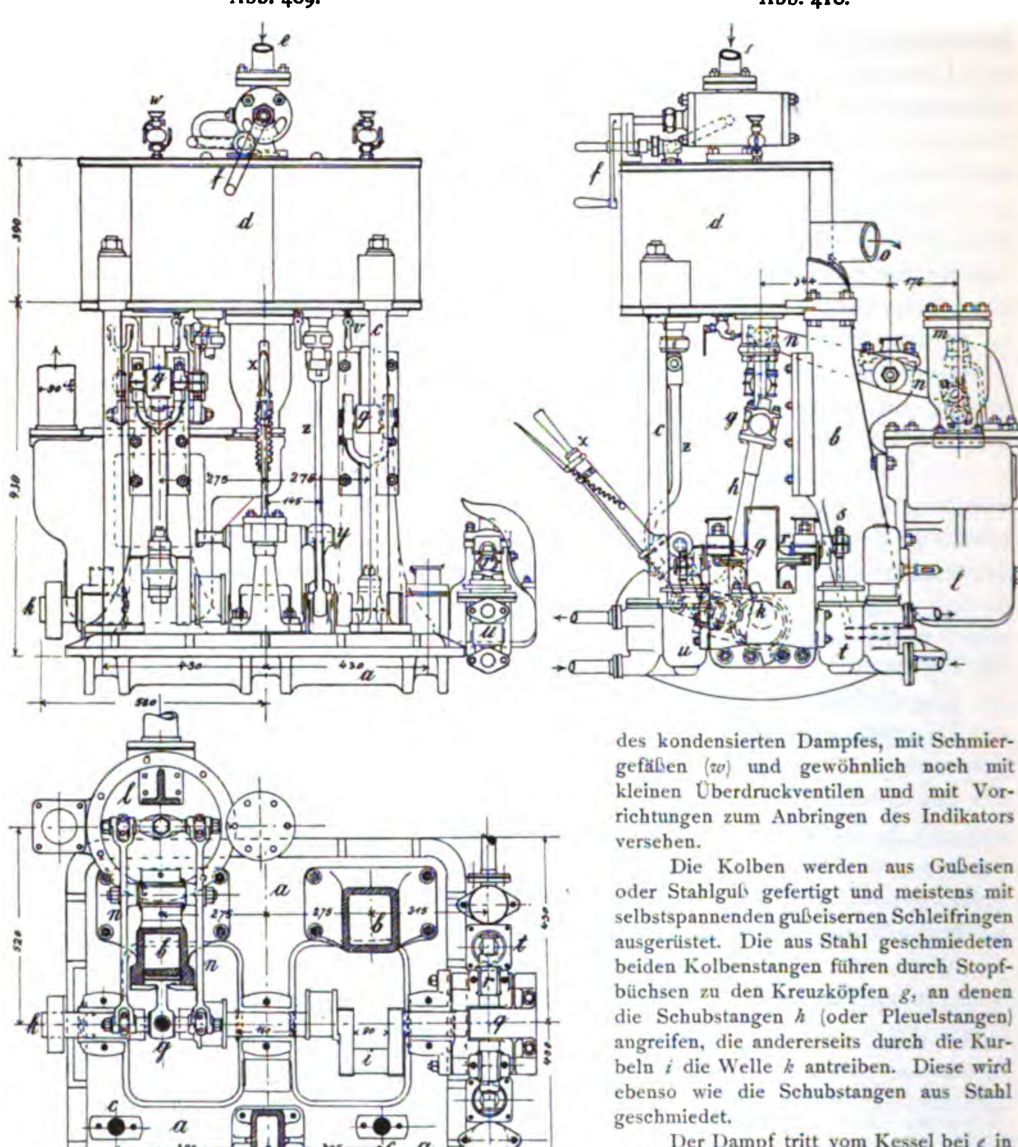


Abb. 411. Grundriß.

des kondensierten Dampfes, mit Schmiergefäßen (*w*) und gewöhnlich noch mit kleinen Überdruckventilen und mit Vorrichtungen zum Anbringen des Indikators versehen.

Die Kolben werden aus Gußeisen oder Stahlguß gefertigt und meistens mit selbstspannenden gußeisernen Schleifringen ausgerüstet. Die aus Stahl geschmiedeten beiden Kolbenstangen führen durch Stopfbüchsen zu den Kreuzköpfen *g*, an denen die Schubstangen *h* (oder Pleuelstangen) angreifen, die andererseits durch die Kurbeln *i* die Welle *k* antreiben. Diese wird ebenso wie die Schubstangen aus Stahl geschmiedet.

Der Dampf tritt vom Kessel bei *e* in die durch den Hebel *f* stellbare Drosselklappe und dann in den Schieberkasten des Hochdruckzilinders. Bei *o* verläßt er den Niederdruckzilinder und geht zu der Luftpumpe *l*, um nach Vermischung mit dem Einspritzwasser durch das Rohr *p* über Bord geschafft zu werden, so weit es nicht zur Kesselspeisung gebraucht wird.

Die Luftpumpe wird in der Regel einfach wirkend angeordnet und aus einem gußeisernen Gehäuse mit einem Einsatzzilinder aus Metall versehen, in dem sich der metallene Kolben mit

Hanfliderung bewegt. Die Ventilsitze werden aus Metall, die Ventile aus Gummi hergestellt. Die Kolbenstange wird bei *m* gerade geführt und durch ein Querhaupt und doppelte zweiarmige Hebel *n* (Balancier) von dem Kreuzkopf *g* angetrieben.

Die Umsteuerung erfolgt durch den Handhebel *x* nach der Anordnung von Klug durch je ein auf der Welle sitzendes Exzenter, die Steuerwelle *y* und die gekrümmten Exzenterstangen *z*, die mit den Schieberstangen verbunden sind. Durch die in der Regel angewandten Flach-

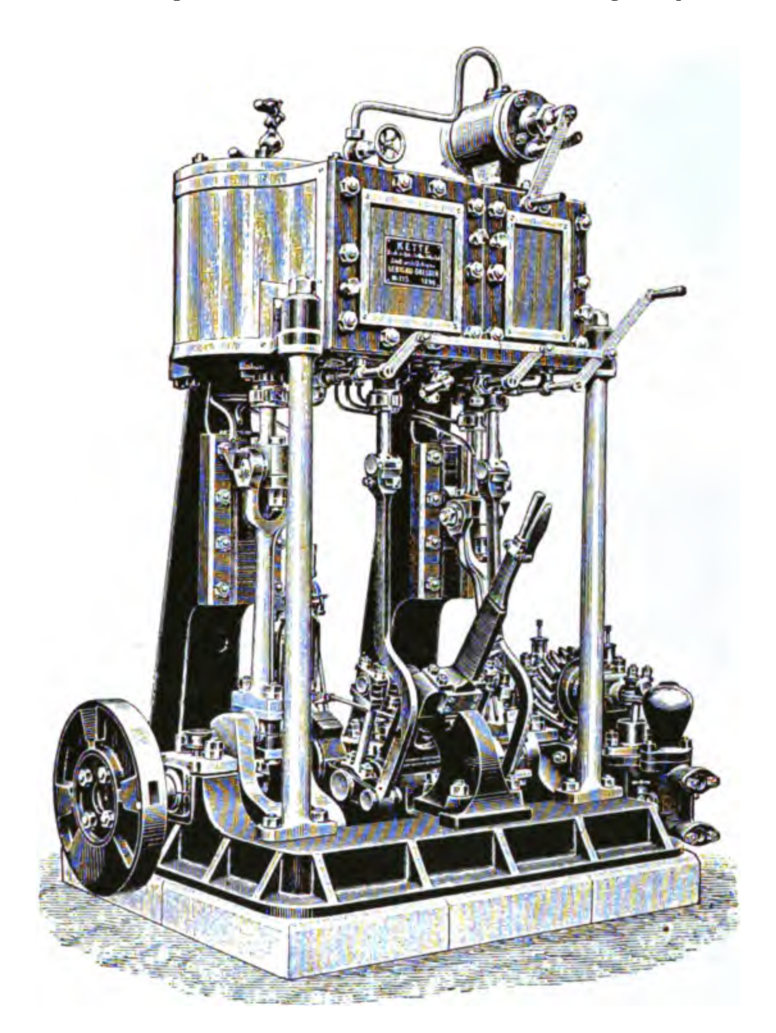


Abb. 412. Verbundmaschine von etwa 60 PSi.

schieber kann im Hochdruckzilinder eine Füllung von 0,4 bis 0,7 gegeben werden. Gewöhnlich arbeitet die Maschine mit 0,5 Füllung und mit überhitztem Dampf. Auf S. 506 waren die dazu gehörenden Indikatorschaulinien mitgeteilt worden. Am Ende der Welle (rechts in Abb. 411) ist eine Schraubenradübersetzung bei *q* (nicht sichtbar) angeordnet, wodurch die Welle *r* gedreht wird, die an ihren beiden Enden durch kleine Kurbeln *s* die Speisepumpe *t* und die Lenzpumpe *u* antreibt. Der Kohlenverbrauch bei Überhitzung ist 0,9 kg. In Abb. 412 ist ein übersichtliches Bild einer Verbundmaschine ohne Kondensation mitgeteilt.

Schon bei etwa 150 indizierten Pferdestärken wendet man heute mit Erfolg die Dreifach-Expansionsmaschine an. In nachstehender Tafel sind die Abmessungen von einigen neueren Schraubenschiffsmaschinen zusammengestellt, die mit gewöhnlichem feuchtem Dampf arbeiten.

Nr.	Indizierte Pferdestärken	Dampf-Spannung in kg je cm²	Umdrehungen je Minute	Hoch-	Mittel-	Nieder-	Kolbenhub mm
				druck-Zilinder-Durchmesser in mm			
	1	2	3	4	5	6	7
1	150	16	220	190	290	450	250
2	200	16	220	220	350	520	320
3	200	13	180	245	380	600	350
4	250	17	220	220	350	540	320
5	300	15	180	270	450	700	400
6	300	17	200	250	390	620	320
7	450	15	180	310	475	780	450

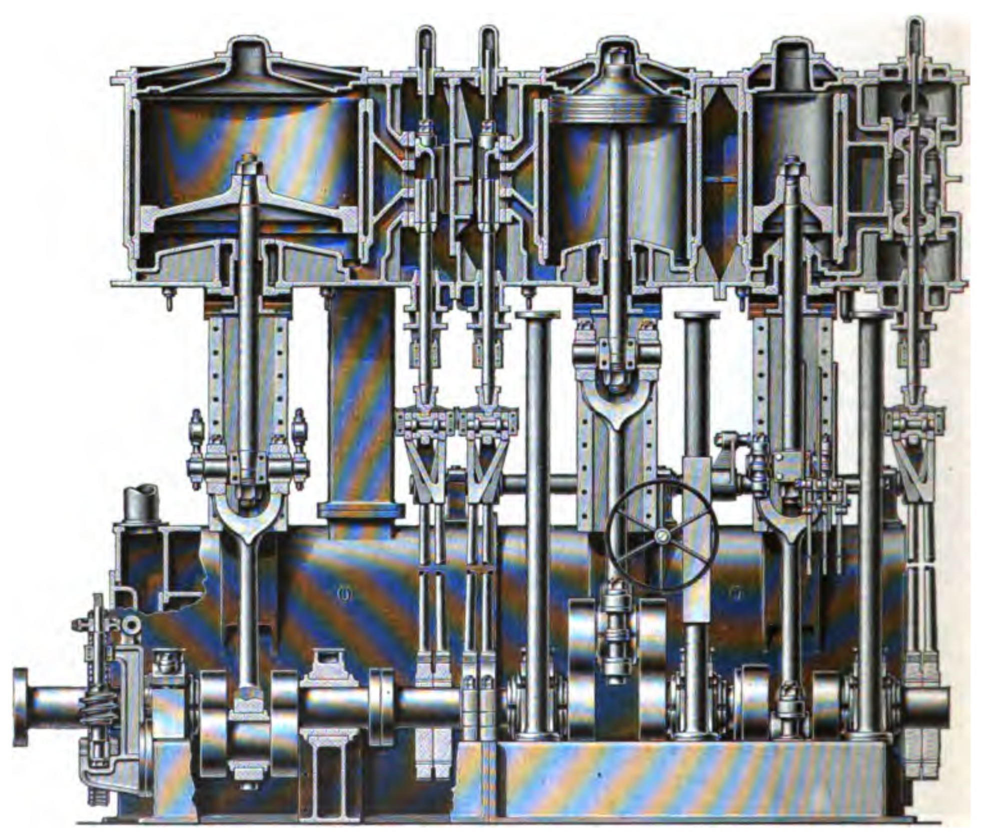


Abb. 413. Dreifach-Expansionsmaschine, Längenschnitt.

Mit Ausnahme der unter 3 aufgeführten Maschine, die sich auf einem Eisbrecher befindet, sind die übrigen sämtlich für Schleppdampfer erbaut worden. Gewöhnlich gibt man den Hochdruckzilindern dieser Maschinen 0,6 Füllung.

In den Abb. 413 und 414 [1]) sind senkrechte Schnitte durch die Mitte der Zilinder einer Dreifach-Expansionsmaschine dargestellt, die sehr anschaulich sind. Die Anordnung ist im wesentlichen dieselbe, wie bei der vorbeschriebenen Verbundmaschine. Aber hier ist an Stelle der Einspritzkondensation Oberflächenkondensation angewandt, was bei Binnenschiffen erforderlich wird, wenn sie in Flußmündungen oder in den Watten verkehren, wo sie das für die Kessel schädliche Seewasser nicht benutzen können. Zuweilen bekommen solche Schiffe die Einrichtung, daß sie nach Bedarf entweder mit Einspritzung oder mit Oberflächenkondensation arbeiten. In den Zeichnungen stellt *O* den Oberflächenkondensator und *L* die Luftpumpe dar, die auch hier durch einen Doppelhebel von dem Kreuzkopf des Niederdruckzilinders angetrieben wird.

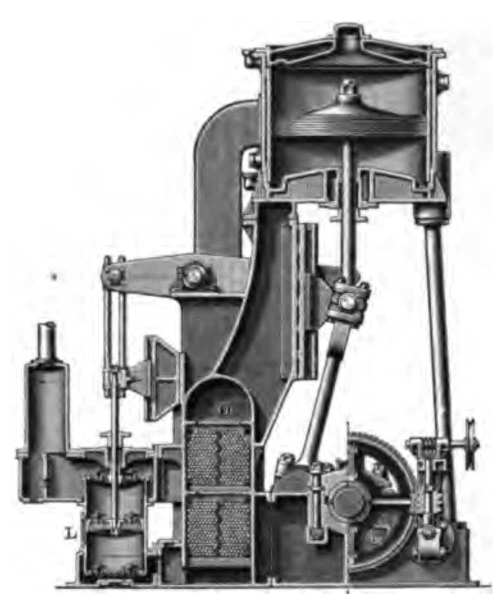


Abb. 414. Querschnitt.

Der Schieber für den Hochdruckzilinder (oben, rechts) ist als Kolbenschieber ausgebildet, der vom Dampfdruck entlastet ist, und bei hohem Druck und bei überhitztem Dampf gewöhnlich angewendet wird. Die Umsteuerung der Maschine wird durch Kulissen bewirkt. Für jeden Schieber sind 2 Exzenter auf der Welle angebracht. Durch das etwa in der Mitte sichtbare Handrad wird diese Umsteuerung bedient.

Bei der weiteren Entwickelung der kräftigen Schraubenschleppdampfer mit Tunnelheck und bei der Anwendung höherer Dampfspannungen ist man auch in der Binnenschiffahrt schon zur Vierfach-Expansionsmaschine gekommen.

Die in Abb. 415 dargestellte Maschine arbeitet mit einer Dampfspannung von 21 kg je cm^2 und entwickelt bei 0,65 Füllung im Hochdruckzilinder 373 PSi. Die Zilinderdurchmesser betragen 260—335—550—710 mm, der Hub 320 mm. Die Umdrehungszahl ist 195. Die Maschine ist im Jahre 1910 von Cäsar Wollheim in Breslau für einen Einschraubenschlepper auf der Elbe gebaut. Der geringste Kohlenverbrauch ist 0,674 kg.

Die **Maschinen der Seitenraddampfer** sind im geschichtlichen Rückblick (S. 91) für die ersten Dampfschiffe besprochen worden. Dort ist auch erwähnt (S. 118), daß die von John Penn in Greenwich gebauten schwingenden Maschinen (oszillierende) am Anfang der vierziger Jahre auf der Elbe bekannt wurden.

Die Erfindung dieser Maschinenanordnung reicht bis in das Jahr 1820 zurück und ist schon im Jahre 1826 mit 2 Zilindern zur Ausführung gelangt. Die Einführung auf Dampfschiffen wurde jedoch erst durch Penn erreicht. Auf der Themse fuhren die ersten damit ausgerüsteten Schiffe 1840, auf dem Rhein 1845. (Die Zilinder standen meistens senkrecht.)

---

1) Aus Meyers Konversations-Lexikon entnommen. (Band IV, S. 454.)

In der Abb. 416 ist eine solche Maschinenanlage (aus Matschoss) dargestellt, die 1855 in Buckau-Magdeburg gebaut wurde. Die Luftpumpe ist senkrecht in der Mitte angeordnet. Ein Vorzug dieser Maschinen besteht darin, daß die Kolbenstangen unmittelbar an derselben Kurbel der Radwelle angreifen. Sie beanspruchen auch wenig Raum, was für Personen- und Güterdampfer von Bedeutung ist. Aber die Zuführung des Dampfs durch die Schwungzapfenlager bereitet Schwierigkeiten. Außerdem wird für stärkere Maschinen eine große Höhe des Raumes unter Deck erforderlich und eine Höherlegung der Radwelle, wodurch man zu großen Raddurchmessern kommt. Trotz dieser Mängel fanden die schwingenden Maschinen namentlich

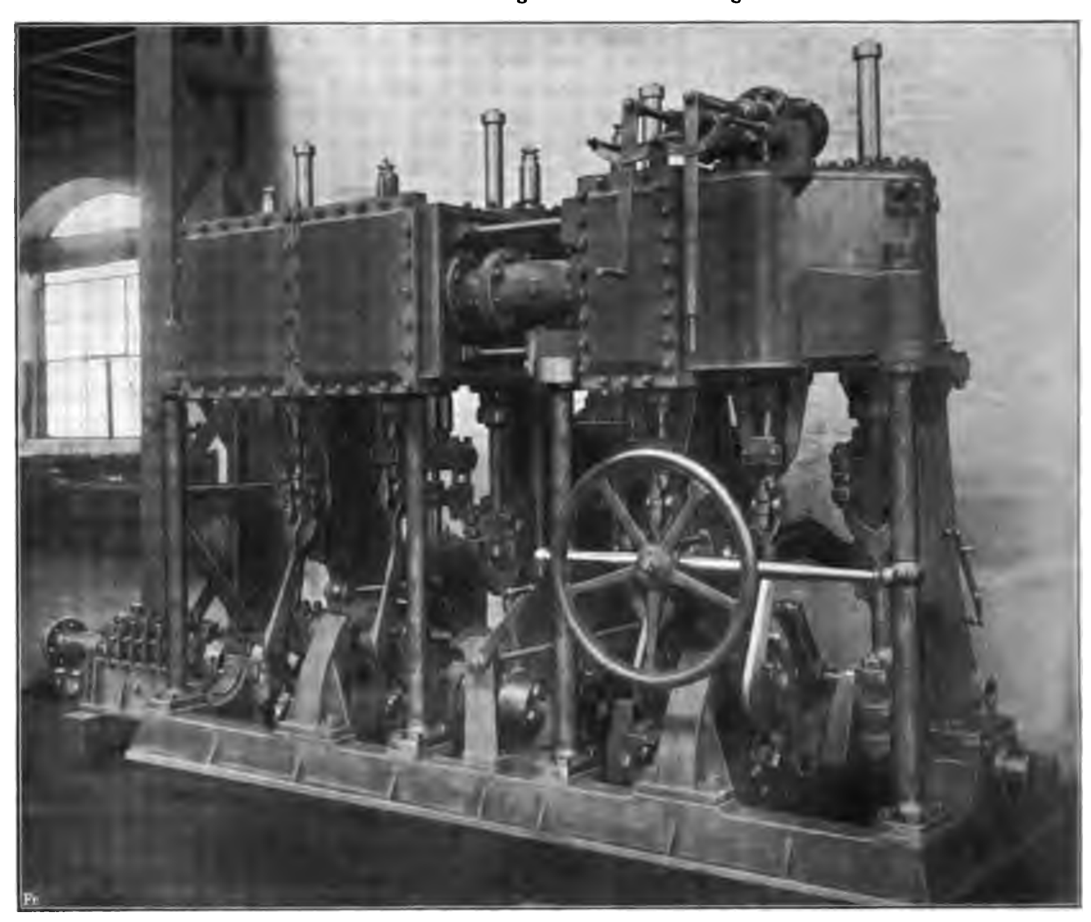


Abb. 415. Vierfach-Expansionsmaschine von 370 PSi.

in Europa allgemeine Verbreitung und haben sich auf schnell fahrenden Personendampfern mit sehr kleinem Tiefgang besonders um ihres geringen Gewichts willen lange erhalten. Noch heute laufen solche Personenschiffe auf der oberen Elbe und auf den italienischen Seen, und im Jahre 1897 wurde für den neu gebauten Personendampfer »Leanyfalu« auf der Donau von der Schichauer Werft eine schwingende Verbundmaschine von 300 Pferdestärken geliefert.

Seit dem Jahre 1870 ist die schrägliegende Maschine ebenso herrschend geworden für die Raddampfer, wie die Hammermaschine für die Schraubendampfer. Im Jahre 1830 soll diese Anordnung in Amerika versucht sein; sie kam aber in Europa erst im Jahre 1853 mit dem in London gebauten

Rheindampfer »Hohenzollern« zur Einführung. In Deutschland war es namentlich die Werft von Gebrüder Sachsenberg in Roßlau, die diese Maschine gut entwickelte. Sie baute sie im Jahre 1873 zuerst als Verbundmaschine, bei der sich die beiden Zilinder gegenüberlagen. Die Maschine hatte 760 mm Hub und leistete bei einer Dampfspannung von 6 kg je cm² 130 Pferdestärken. Bei den später gebauten Maschinen wurden die Zilinder nebeneinander gelegt, und diese Anordnung ist bis heute beibehalten.

In den Abb. 417 und 418[1]) ist eine solche Maschine von 1250 Pferdestärken dargestellt: a_1 und a_2 sind die äußeren Teile der Welle, welche außenbords die Räder tragen, *b* ist die Kurbelwelle. Zur Umsteuerung dienen Stephensonsche Kulissen *c*, die durch eine kleine Umsteuerungsdampfmaschine *d* mittels Schneckenradgetriebe, Steuerwelle und Hebeln bewegt werden.

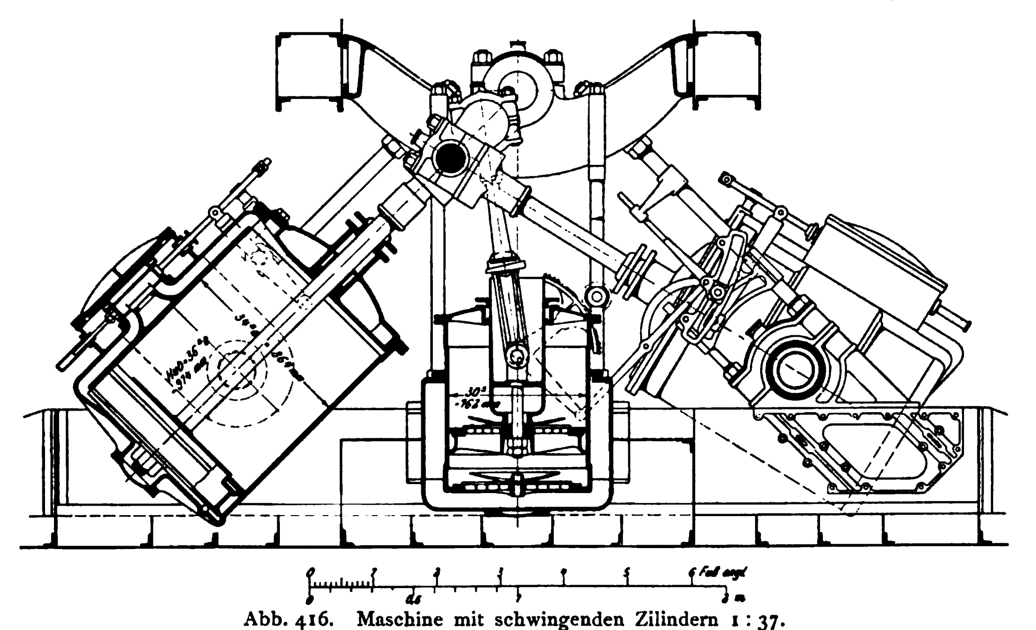


Abb. 416. Maschine mit schwingenden Zilindern 1 : 37.

Oft wird die Umsteuerung allein durch ein Handrad und eine Schraubenspindel bewirkt. (Früher hatte man auch hydraulische Umsteuervorrichtungen.) Am Hochdruckzilinder (unten in der Zeichnung) bemerkt man noch ein drittes Exzenter, das einen besonderen Expansionschieber bewegt. Der Abdampf gelangt, nachdem er den Vorwärmer *e* für das Speisewasser durchströmt hat, in den Einspritzkondensator *f*, dessen wagerecht liegende Luftpumpe durch Hebelübersetzung von dem Kreuzkopf des Niederdruckzilinders getrieben wird.

Etwa im Jahre 1885 war man mit diesen Maschinen bis zu einem Dampfdruck von 10 kg je cm² gekommen und ging dann bei größeren Maschinen über 700 Pferdestärken zu höherem Dampfdruck und zur Dreifach-Expansion über. Gebrüder Sachsenberg bauten im Jahre 1883 die erste schräg liegende Maschine nach dieser Anordnung, zunächst für einen Dampfdruck von 11,5 kg. Da wegen ungenügender Breite des Schiffes die 3 Zilinder nicht nebeneinander Platz fanden, teilte man den Niederdruckzilinder in zwei,

1) Aus Meyers Konversations-Lexikon. (Band IV, S. 454.)

Schrägliegende Verbundmaschine von 1250 PSi, Abb. 417 und 418.

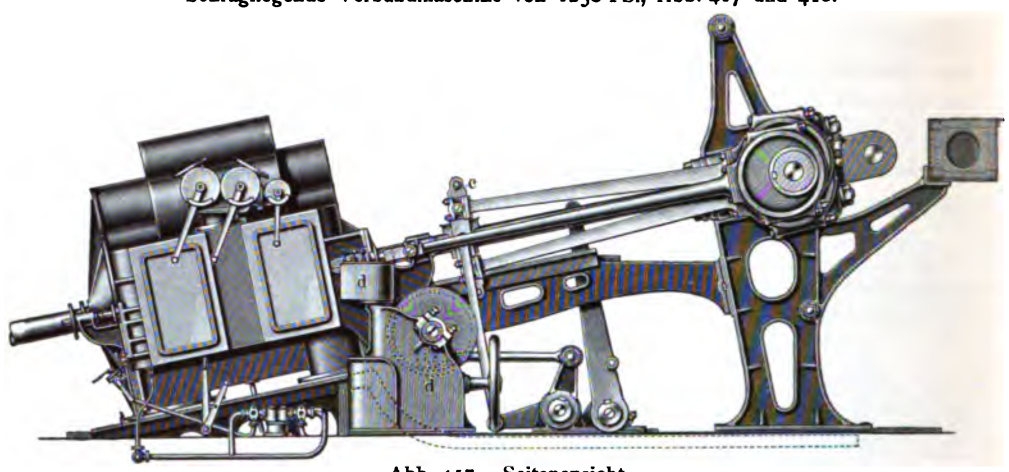


Abb. 417. Seitenansicht.

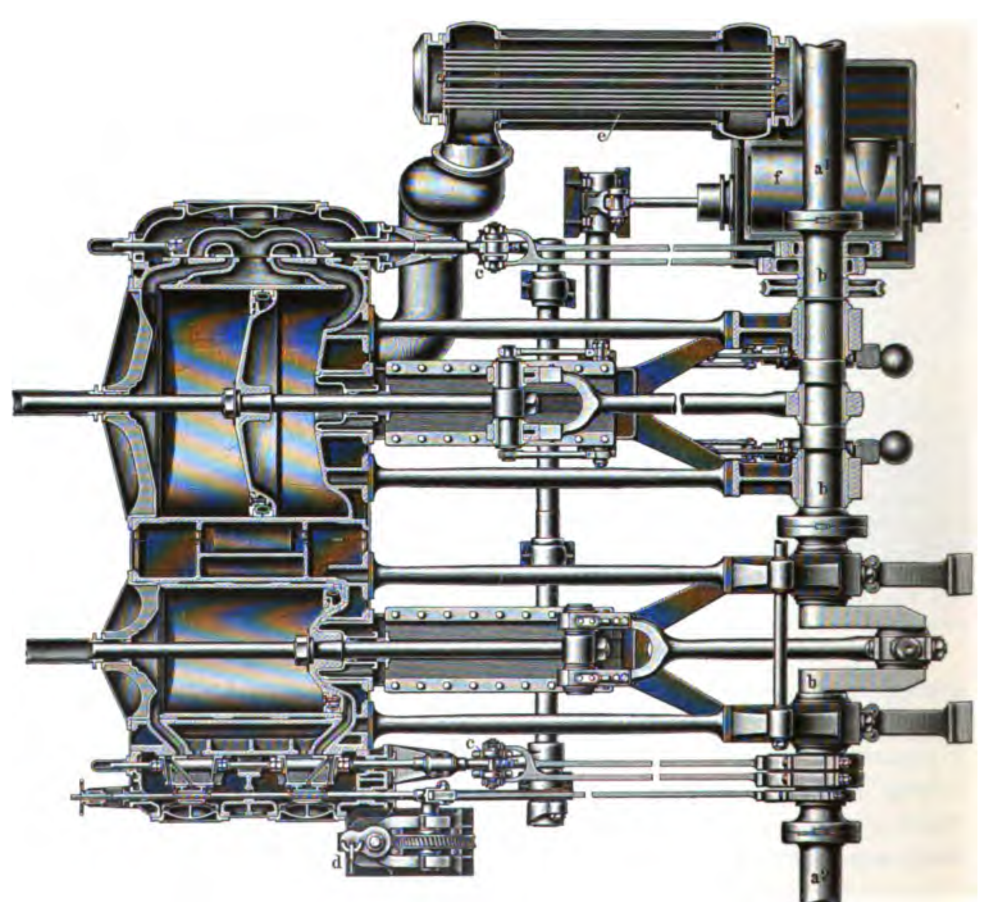


Abb. 418. Grundriß.

von denen je einer hinter den Hochdruck- und hinter den Mitteldruckzilinder gelegt wurde. Später, bei Anwendung der Joy-Steuerung, die von den Schubstangen angetrieben wird, konnte man die Schieberkasten auf die Zilinder legen und gewann dadurch den nötigen Platz, um die 3 Zilinder nebeneinander anzuordnen. Dies ist jetzt ziemlich allgemein üblich. Es bleibt so auf der einen Seite der erforderliche Raum für Vorwärmer, Kondensator und Luftpumpe und auf der anderen Seite für die Umsteuerung und den Maschinistenstand.

In den Abb. 419 und 420 ist eine im Jahre 1907 in Übigau gebaute Dreifach-Expansionsmaschine von etwa 1000 Pferdestärken bei einem Dampfdruck von 14,2 kg dargestellt worden, wobei auch der Einbau in das Schiff ersichtlich ist. Abweichend von der früheren Anordnung ist die Maschine auf einem Gestell aus Stahlblechen gelagert, das sich gut mit den durchlaufenden Kielschweinen und Wrangen des Bodens verbinden läßt. Diese Einrichtung ist neuerdings recht beliebt. Die 3 Zilinder haben Durchmesser von je 536, 840 und 1375 mm und einen Kolbenhub von 1,65 m. Sowohl der Hoch- wie der Mitteldruckzilinder sind mit Kolbenschiebern, der Niederdruckzilinder dagegen mit einem breiten Flachschieber und doppelten Schieberstangen (Bauart Trick) versehen. Die Umsteuerung nach Joy wird durch ein Handrad bedient. Bei 0,5 Füllung leistet die Maschine 38 Umdrehungen je Minute und 900 Pferdestärken, bei 0,55 Füllung 40 Umdrehungen und 1000 Pferdestärken. Der Kohlenverbrauch ist 0,8 kg.

In nachstehender Tafel sind die Abmessungen noch einiger neueren Maschinen zusammengestellt, die mit Naßdampf arbeiten.

Nr.	Indizierte Pferdestärken	Dampf-Spannung in kg je cm²	Umdrehungen je Minute	Hoch-	Mittel-	Nieder-	Kolbenhub m
				druck-Zilinder-Durchmesser in mm			
	1	2	3	4	5	6	7
1	510	14.5	37	420	630	1040	1,3
2	600	15	37	430	680	1080	1,5
3	750	13,5	37	500	800	1300	1,6
4	838	15,5	44	470	750	1200	1,25
5	1064	15	—	560	900	1450	1,8

Der Füllungsgrad des Hochdruckzilinders ist gewöhnlich 0,55 bis 0,6, ausnahmsweise 0,5 oder 0,65. (Zu bemerken bleibt, daß mit wachsendem Kolbenhub die Nutzleistung zunimmt.)

Mit dem Bau von Vierfach-Expansionsmaschinen für Seitenraddampfer ist man in Deutschland, soweit bekannt, erst in neuester Zeit vorgegangen. Von Cäsar Wollheim ist im Jahre 1911 ein Schleppdampfer für den Rhein gebaut worden, der mit einer solchen Maschine ausgerüstet worden ist. Bei einer Dampfspannung von 21 kg haben die 4 Zilinder 495—750—950—1460 mm Durchmesser und 1,8 m Hub. 3 Zilinder liegen nebeneinander und der Hochdruckzilinder dahinter, so daß nur 3 Kurbeln vorhanden sind. Bei 0,7 Füllung und 38 Umdrehungen leistet die Maschine 1600 Pferdestärken. Der Kohlenverbrauch soll 0,7 kg sein.

Es läßt sich heute nicht übersehen, ob die Vierfach-Expansionsmaschinen sich in der Binnenschiffahrt einbürgern werden; denn einige Schiffbauanstalten bevorzugen Dreifach-Expansionsmaschinen und Verbundmaschinen mit Überhitzung. Die letzteren sind besonders für schnellaufende Personendampfer noch allgemein üblich.

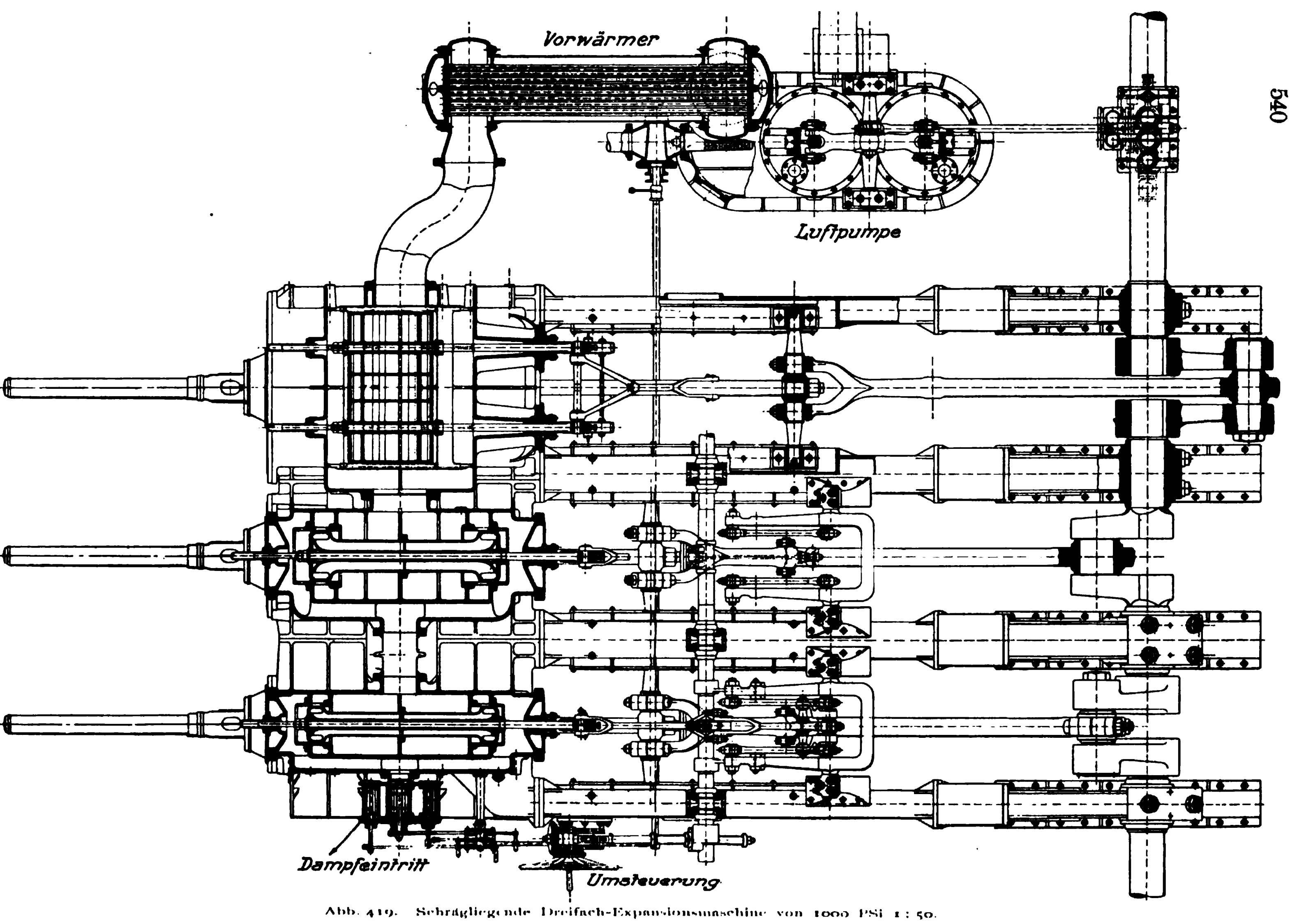


Abb. 419. Schrägliegende Dreifach-Expansionsmaschine von 1000 PSi 1 : 50.

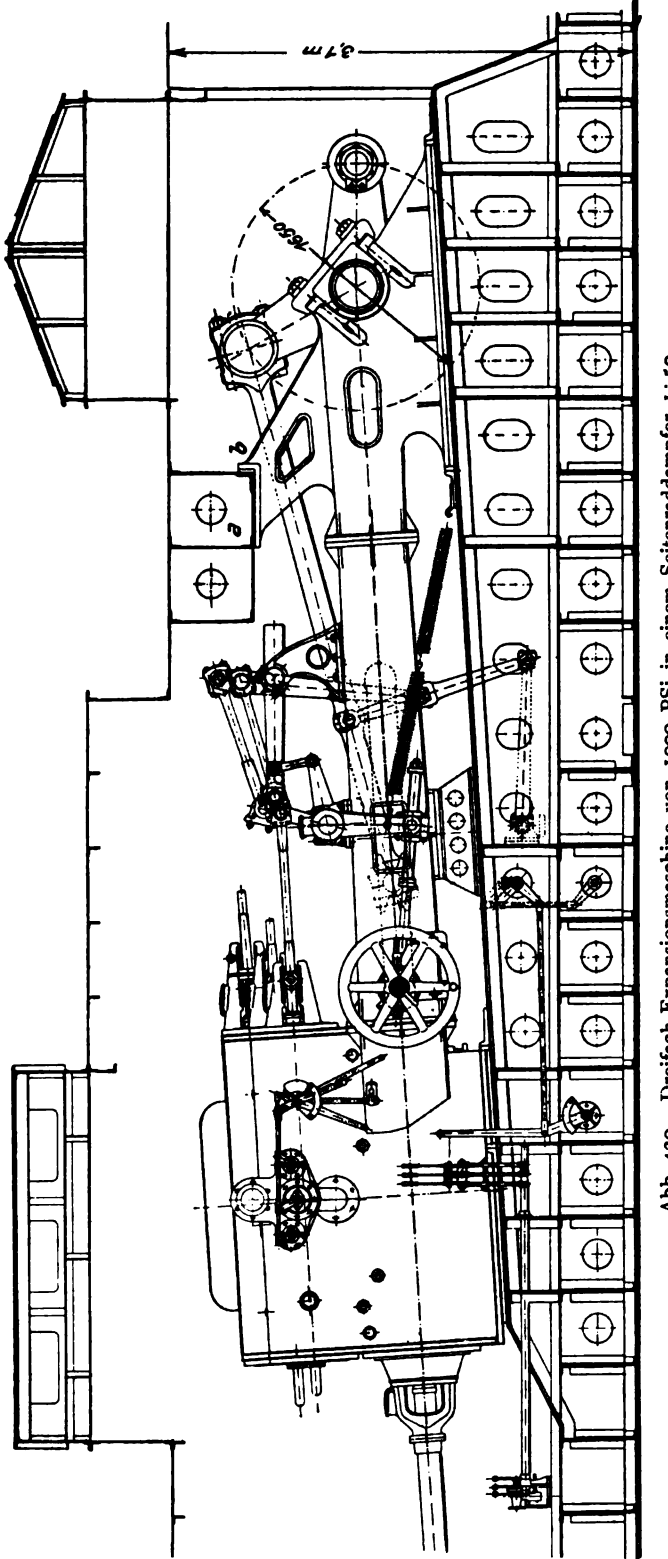


Abb. 420. Dreifach-Expansionsmaschine von 1000 PSi in einem Seitenraddampfer 1:50.

Während bei den meisten Seitenraddampfern beide Schaufelräder auf derselben Welle befestigt sind, an deren Kurbeln die Schubstangen der Dampfzilinder angreifen, hat man zuweilen die Kurbelwelle in der Mitte getrennt und durch eine bewegliche Kupplung verbunden, um zum leichteren Lenken und Wenden des Schiffes jedes Schaufelrad durch je eine Maschine allein bewegen zu können, z. B. das eine vorwärts, das andere rückwärts. Ein solcher Dampfer war im Jahre 1839 von Roentgen für die Mosel gebaut worden, wobei die Schaufelräder durch Verschieben einer Kurbelschleife über einem der beiden Kurbelzapfen gekuppelt wurden. Diese Einrichtung scheint lange keine Nahahmung gefunden zu haben. Im Jahre 1892 sind ähnliche große Raddampfer von Cockerill für den Amur und den Tigris gebaut worden. Dabei ist eine Vierfach-Expansionsmaschine mit 4 nebeneinander liegenden Zilindern angewandt worden, die als solche in gewöhnlicher Weise arbeitet, so lange die beiden Teile der Radwelle miteinander gekuppelt sind. Wird die Kupplung gelöst, so arbeiten je 2 Zilinder an je einem Rade wie eine Verbundmaschine: Der Dampf tritt aus dem Hochdruckzilinder in den ersten Mitteldruckzilinder und aus diesem in einen besonders angeordneten Zwischenbehälter, in dem durch ein eigenartiges Stauventil stets gleich hoher Druck gehalten wird. Aus diesem Behälter geht der Dampf zum zweiten Mitteldruckzilinder und schließlich zum Niederdruckzilinder. Auf diese Weise kann jedes Schaufelrad in beliebiger Drehrichtung allein bewegt werden.

Raddampfer mit 4 Rädern, Abb. 421 und 422. 1 : 440.

Abb. 421.

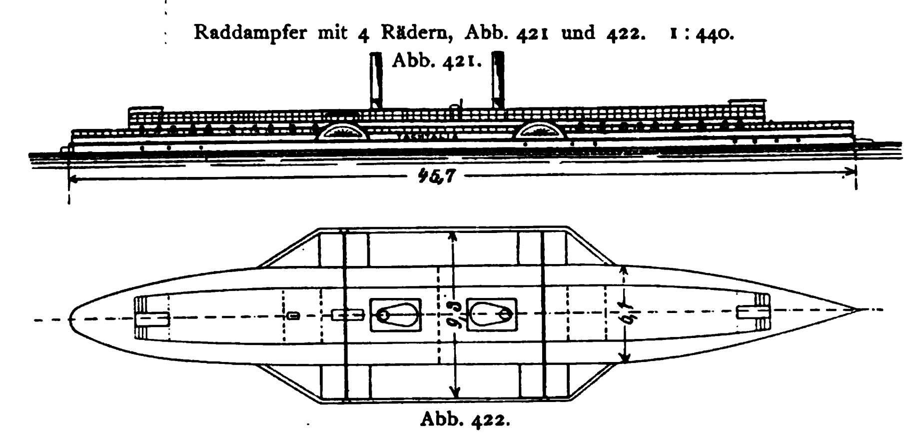


Abb. 422.

Man hat auch Schiffe mit 4 Seitenrädern gebaut. Schon der berühmte »Comet«, den Henry Bell im Jahre 1812 in Glasgow herstellte (S. 92), war mit 4 Schaufelrädern ausgerüstet, je 2 hintereinander an jeder Seite des Schiffes. Später (1856) wurden 2 Personendampfer der Donaudampfschiffahrt mit je 4 Seitenrädern in ähnlicher Anordnung gebaut. In den Abb. 421 und 422 ist eines dieser ganz gleichen Schiffe dargestellt. Es ist 45,7 m lang, 6,1 m breit (über den Radkasten 9,3 m), 0,9 m hoch und hat mit voller Ausrüstung einen Tiefgang von 0,56 m. Es war dazu bestimmt, bei ungünstigen niedrigen Wasserständen den Personenverkehr durch das »Eiserne Tor« zu übernehmen und hat diese Aufgabe auch erfüllt. Die Kessel sind in der Mitte und je eine Verbundmaschine mit 2 Seitenrädern vorne und hinten angeordnet. Anfangs waren alle 4 Räder von gleicher Größe; doch gab man später den beiden hinteren einen größeren Durchmesser und erzielte dadurch eine bessere Leistung. Die Raddurchmesser durch die Drehzapfen betragen jetzt vorne 1626 mm, hinten 1930 mm; die Umdrehungen der vorderen Räder 72 und der hinteren 65 je Minute. Die Maschine hat 237 Pferdekräfte[1]).

Die Maschinen der Heckraddampfer wurden von jeher wagerecht oder angenähert wagerecht angeordnet. Solange man nur ein Schaufelrad benutzte, mußte man zwei Maschinen haben, von denen jede nahe an einer Bordwand lag, so daß die Schubstangen außerhalb des Schiffskörpers zu den Kurbeln der Radwelle führten. Die damit verbundenen Schwierigkeiten und

1) v. Gonda, Die ungarische Schiffahrt.

Nachteile wurden schon bei der Besprechung des Heckrades selbst (S. 450) erwähnt. Bei kleineren Schiffen dieser Art verwendete man zwei einfache Auspuff- oder auch Kondensationsmaschinen. Nach Einführung der Verbundmaschine wurde diese Anordnung auch bei den Heckraddampfern benutzt, indem man an die eine Bordseite den Hochdruck- und an die andere Seite den Niederdruckzilinder legte. Diese Einrichtung findet sich noch bei den Schiffen in den Kolonien, wo man Heckraddampfer mit nur einem Rade verwendet. Bei zwei Heckrädern liegt die zu einem Ganzen vereinigte Maschine stets in der Mittellinie des Schiffes, wie aus Abb. 319 ersichtlich war. Es hat sich herausgestellt, daß es nicht zweckmäßig ist, durch Anwendung von besonders langen Schub- und Kolbenstangen das Gewicht der Dampfzilinder, Luftpumpe u. dgl. mehr nach der Schiffsmitte hin zu verschieben; man legt vielmehr jetzt in der Regel die Maschine in die günstigste Nähe der Radwelle und gleicht die einseitige Belastung des Schiffskörpers dadurch aus, daß man den Kessel in das Vorschiff bringt. Die lange Dampfleitung und die dadurch hervorgerufenen Spannungsverluste lassen sich dabei nicht vermeiden. Auch ist eine fortdauernde Überwachung des Heizers durch den Maschinisten oder eine vorübergehende gegenseitige Vertretung kaum zu erreichen.

Die zuerst angewandten Verbundmaschinen haben sich nicht sehr bewährt: Da die beiden Kurbeln sehr nahe nebeneinander lagen, bemerkte man während der Fahrt ein gewisses Ecken der Räder, wenn die an den äußeren Bordseiten des Schiffes angebrachten Wellenlager nicht sehr fest angezogen waren, was nicht recht tunlich war. Man ging darum schnell zu der Anwendung von Dreifach-Expansionsmaschinen mit 3 Kurbeln über, wodurch ein ruhiger und gleichmäßiger Gang der Räder erreicht wurde. Diese Anordnung war durch die begrenzte Schiffsbreite erschwert. Da Heckraddampfer in der Regel (wenigstens in Deutschland) nur bei beschränkter Fahrwasserbreite und namentlich im Gebiet der östlichen deutschen Wasserstraßen für den Verkehr durch Schleusen gebaut werden, so darf ihre Breite meistens nicht größer als 8 m sein. Man ist also in der Breite der Radschaufeln und in der Breite des zwischen den Rädern liegenden schwanzartigen Hinterschiffs beschränkt und es hat sich herausgestellt, daß man die letztere zu etwa 2,4 m und die Breite der Radschaufeln zu höchstens 2,6 m wählen kann, so daß der Rest von etwa 0,4 m auf die übrigen Bauteile einschließlich der Scheuerleisten entfällt. Das Maß von 2,4 m reicht bei starken Maschinen für 3 Kurbeln und 4 Lager nur aus, wenn man alle diese Teile möglichst schmal macht und außerdem die beiden äußeren Wellenlager in die Radkastentrommeln hineinschiebt, wie dies in den Abbildungen 322 und 323 ersichtlich gemacht ist.

Bei schwächeren Maschinen (bis etwa 300 Pferdestärken) kann man die 3 Zilinder nebeneinander legen (Abb. 319); bei stärkeren ist dies wegen der größeren Zilinderdurchmesser ausgeschlossen und man ist genötigt, einen Zilinder nach vorne zu schieben.

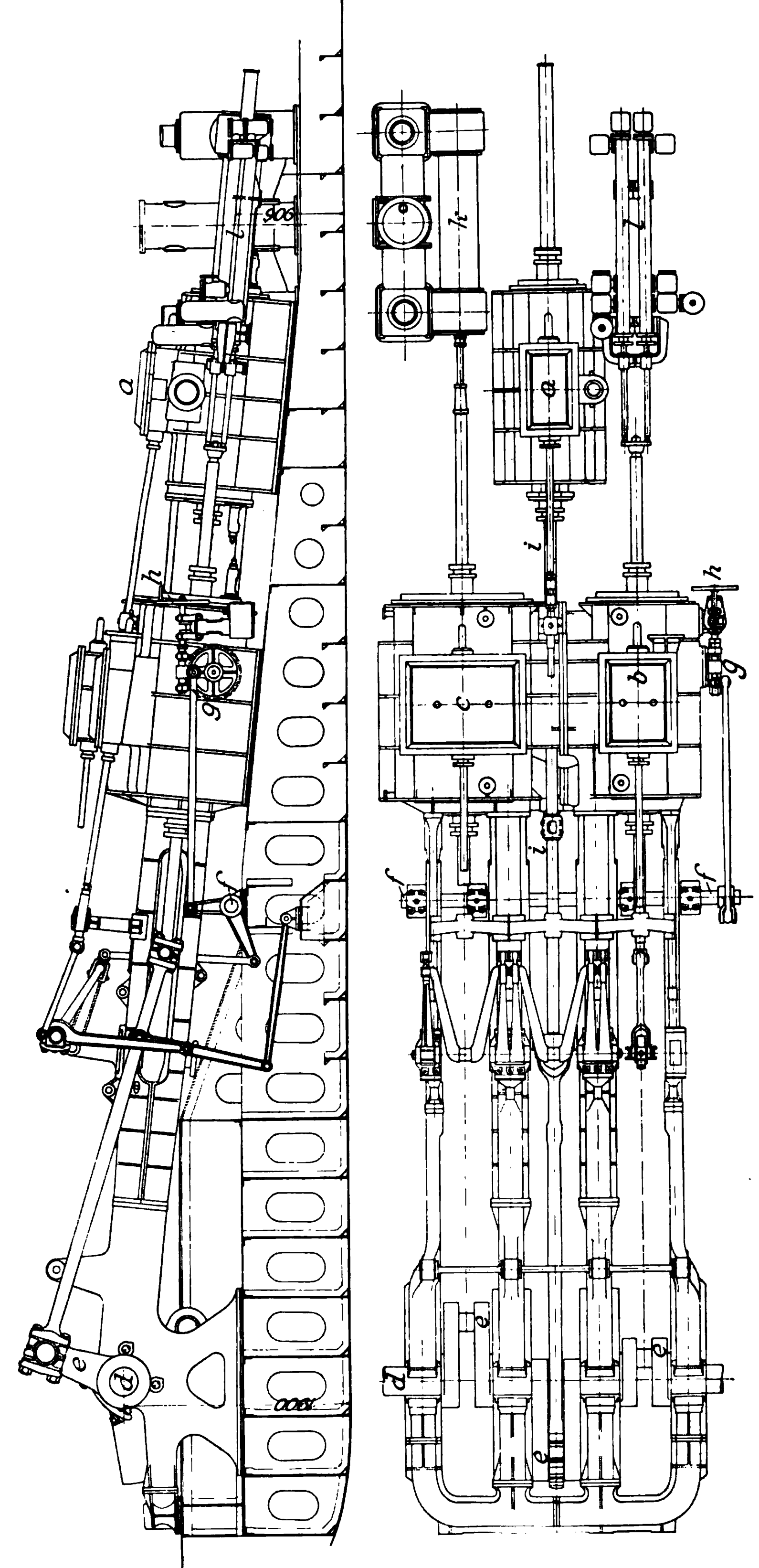


Abb. 423 und 424. Maschine eines Heckraddampfers von 708 PSi 1 : 60.

In den Abbildungen 423 und 424 ist eine solche Maschinenanordnung dargestellt, wie sie von der Werft Cäsar Wollheim häufig ausgeführt wird, die sich um die Entwicklung der Heckraddampfer besondere Verdienste erworben hat: *a* ist der vorgeschobene Hochdruckzilinder von 470 mm Durchmesser, dessen Kolbenstange *i* zwischen den dahinter liegenden Mittel- und Niederdruckzilindern (*b* und *c*) von 660 und 1100 mm Durchmesser hindurchgeführt ist. Der Kolbenhub beträgt 1,4 m. Mit einer Dampfspannung von 16 kg und 0,5 Füllung entwickelt die Maschine bei 39 Umdrehungen je Minute 708 Pferdestärken. *d* ist die aus Nickelstahl gefertigte Radwelle mit 4 Lagern und den 3 Kurbeln *e* aus Flußstahl. Wegen der beschränkten Breite sind alle Schieberkästen oben auf den Zilindern nach Tricks Bauart angeordnet und es ist eine Joy-Steuerung angewandt, deren Steuerwelle *f* durch Schraubenradübersetzung *g* und das Handrad *h* verstellt werden kann. Luftpumpe und Kondensator *k* liegen vor dem Niederdruckzilinder und werden durch dessen Kolbenstange angetrieben. Vor dem Mitteldruckzilinder sind in entsprechender Weise die Lenz- und Speisepumpen *l* angeordnet.

In neuester Zeit (1911) sind von derselben Werft auch Vierfach-Expansionsmaschinen gebaut worden. Dabei wurde der Hochdruckzilinder vor den Zilinder *a* gelegt und beide Kolben auf derselben Kolbenstange angebracht, so daß die 3 Kurbeln beibehalten wurden. Die 4 Zilinder haben 350—530—740—1150 mm Durchmesser und 1,4 m Hub. Bei einer Dampfspannung von 21 kg und 0,7 Füllung sollen die Maschinen 900 PSi entwickeln und einen Kohlenverbrauch von 0,7 kg haben. Es bleibt abzuwarten, ob sie sich bewähren werden.

Die **Schmierung** der Schiffsmaschinen erfolgt meistens mit Mineralöl durch Schmierpressen (Bauart Möllerup oder ähnliche), die von der Maschine bewegt werden. Oft wird das Öl nur in die Dampfleitung gedrückt, während für die Zilinder besondere Schmiergefäße benutzt werden. Die anderen Maschinenteile schmiert man mittels automatischer Tropfgefäße oder (gewöhnlich) durch Schmierkasten mit Docht, von denen kleinere Schmierrohre zu den einzelnen Lagern u. dgl. führen. Für die mit überhitztem Dampf in Berührung kommenden Teile muß Öl gewählt werden, dessen Entflammungs- oder Zersetzungspunkt höher liegt als die Dampfwärme.

Der Verbrauch an Schmieröl beträgt je Fahrstunde bei Schraubendampfern 0,8 bis 1,5 kg, bei Raddampfern mit Verbundmaschinen 0,5 bis 0,8 kg, bei Dreifach-Expansionsmaschinen 1 bis 1,2 kg. Bei Vierfach-Expansionsmaschinen ist der Verbrauch größer.

Das **Gewicht der Schiffsmaschinen** und der gesamten Maschinenanlage einschließlich der Wellenleitung, der Fortbewegungsmittel, der Rohrleitungen, der Pumpen und anderer Hilfsmaschinen, sowie des Kessels mit Bekleidung, Ausrüstung, Rauchfang, Schornstein und aller erforderlichen Ersatzteile, Werkzeuge u. dgl., sowie des Wassers im Kessel und in der Maschine wird in der Regel zusammengerechnet und auf eine indizierte Pferdestärke bezogen. Infolge der Entwicklung und Verbesserung der Maschinen und Kessel hat sich das Gewicht im Laufe der Zeit stark verringert: durch Anwendung festerer Baustoffe (Stahl), höherer Dampfspannung, weiter abgestufter Expansion und besonders durch die Einführung einer größeren Kolbengeschwindigkeit und der damit zusammenhängenden höheren Umlaufzahl.

Während vor 100 Jahren, am Anfange der Dampfschiffahrt, das Gewicht der ganzen Maschinenanlage je Pferdestärke etwa 800 kg und noch im Jahre 1860 etwa 500 bis 400 kg betrug, ist es heute bei großen Seeschiffen auf 250 bis 200 kg und darunter gesunken. Unter Anwendung von Wasserrohrkesseln, künstlichem Zuge und Überhitzung ist das Gewicht sogar bei Panzerschiffen auf 60 bis 90 kg, bei kleinen Kreuzern auf 50 bis 70 kg und bei Torpedobooten auf etwa 20 kg heruntergedrückt worden. Bei der Verwendung von Bronze an Stelle von Gußeisen hat man ausnahmsweise Torpedoboote hergestellt, deren Maschinenanlage nur 4 kg je Pferdestärke wog.

Auf den internationalen Schiffahrtkongressen in Paris (1900) und in Mailand (1905) sind über diese Entwicklung der Schiffsmaschinen einige Berichte erstattet worden[1]). Techel und Narten teilten dabei mit, daß auf dem amerikanischen Dampfschiff »Arrow« von 4000 Pferdestärken infolge starker Überhitzung des Dampfs u. dgl. das Gewicht der gesamten Maschinenanlage auf 8,08 kg je Pferdestärke vermindert worden sei.

Bei der Binnenschiffahrt ist mit Rücksicht auf den in der Regel beschränkten Tiefgang ein möglichst geringes Maschinengewicht zwar von größter Bedeutung, aber bei den meistens langsam fahrenden Güter- und Schleppdampfern schwer zu erreichen. Das Gewicht je Pferdestärke schwankt in ziemlich weiten Grenzen zwischen 140 und 220 kg. Innerhalb der üblichen Grenzen von 100 bis 500 PSi bei Schraubendampfern, 300 bis 700 PSi bei Heckraddampfern und 500 bis 1200 PSi bei Seitenraddampfern verteilt sich das Gewicht guter Maschinenanlagen in kg je Pferdestärke etwa in nachstehender Weise:

	Bei Schrauben	Bei Seitenrädern
Maschine allein	35 bis 40 kg	42 bis 45 kg
Wellenleitung und Schrauben . . .	7 » 8 »	— » — »
Schaufelräder	— » — »	14 » 16 »
Rohrleitung und Hilfsmaschinen (Pumpen, Dampfsteuer u. dgl.) . . .	5 » 7 »	5 » 7 »
Ersatzstücke, Werkzeuge usw. . . .	3 » 5 »	4 » 5 »
Kessel mit Ausrüstung, Rauchfang, Schornstein und Gegengewichten (vgl. S. 525)	80 » 85 »	80 » 85 »
Wasser in Kessel und Maschine . .	25 » 30 »	25 » 30 »
zusammen	155 bis 175 kg	170 bis 188 kg

Bei Heckraddampfern ist das Gewicht der Maschinenanlagen um etwa 10 kg je Pferdestärke größer als bei Seitenraddampfern.

Gewöhnlich nimmt man bei überschläglichen Berechnungen ein Gewicht von 170 kg für Schrauben-, von 200 kg für Seitenrad- und von 210 kg für Heckraddampfer an; aber es lassen sich heute bei sehr gut gebauten Schiffen auch die vorstehend mitgeteilten geringeren Gewichte erreichen und selbst unterschreiten. Schnellaufende kleine Schraubenboote (Barkassen u. dgl.) kommen mit noch kleinerem Gewicht (etwa 125 kg) aus.

Im allgemeinen nimmt das Gewicht mit wachsender Dampfspannung, Kolbengeschwindigkeit und Umlaufzahl ab.

1) Vétillart, Umbildung des Materials der Handelsmarine. Paris 1900. — Derselbe, sowie Lelong und Techel-Narten, Fortschritt in den Mitteln zur Fortbewegung der Schiffe. Mailand 1905.

Anordnung und Einrichtung der Dampfschiffe für verschiedene Zwecke.

Die **Größe** eines Schleppdampfers ist so zu bemessen, daß bei einer bestimmten Tauchtiefe die Wasserverdrängung genügt, um außer dem Gewicht des Schiffskörpers das Gewicht der Maschinenanlage, den nötigen Kohlenvorrat, die Ausrüstung und die Bemannung zu tragen, also gleich der Summe dieser Gewichte ist. Bei Güterdampfern tritt hierzu das Gewicht der Ladung und bei Personendampfern das Gewicht der Fahrgäste und des Gepäcks unter Berücksichtigung der für die Aufnahme der Fahrgäste sonst erforderlichen Einrichtungen (z. B. entsprechende Kajütenräume oder angemessene Deckfläche).

Zur überschläglichen Ermittelung der erforderlichen Abmessungen für einen Schleppdampfer schätzt man das Gewicht des Schiffskörpers nach ausgeführten Beispielen und Erfahrungssätzen. (Es beträgt z. B. bei Schraubendampfern etwa 0,35 bis 0,45, bei Seitenraddampfern 0,45 bis 0,55 und bei Heckraddampfern 0,48 bis 0,52 von der ganzen Verdrängung.) Das Gewicht der Maschinenanlage schätzt man nach der verlangten Schleppleistung und der dazu ermittelten Maschinenleistung auf Grund der früheren Mitteilungen. Das Gewicht der Kohlen ist nach dem stündlichen Verbrauch leicht festzustellen. Da man bei der Binnenschiffahrt meistens den Vorrat leicht ergänzen kann, pflegen selbst große Radschleppdampfer nicht mehr als 20 bis 25 t mitzunehmen, und kleinere Schleppdampfer begnügen sich mit 5 bis 10 t. Das Gewicht der Ausrüstung und Ausstattung einschließlich der Bemannung, der Lebensmittel u. dgl. kann man zu 0,07 bis 0,1 der Verdrängung schätzen.

Für die so ermittelte Wasserverdrängung (V) besteht ferner die Gleichung: $V = \delta \cdot L \cdot B \cdot T$. Da der Tiefgang ($T$) in der Regel vorgeschrieben ist, hat man für den Völligkeitsgrad δ einen angemessenen Wert zu wählen und erhält so: $L \cdot B$. Wenn die Breite B durch das Fahrwasser (Schleusen) nicht begrenzt ist, wählt man das Verhältnis der Länge zur Breite nach den Angaben der unten folgenden Tafel.

Die Seitenhöhe wird mit Rücksicht auf die Unterbringung der Maschinen bei gewöhnlichen Schraubenschiffen meistens zu 1,8 bis 2,2 m und bei Radschiffen zu 2,2 bis 3 m bemessen.

Die **Form** der Dampfschiffe ist ebenso wie die der Lastschiffe durch das Verhältnis der Hauptabmessungen (L, B, T) zueinander und durch die Völligkeitsgrade der Verdrängung (δ), der obersten Wasserlinie (α) und des eingetauchten Hauptspants (β) bestimmt. Mit Rücksicht auf den Schiffswiderstand und die verlangte Geschwindigkeit müssen diese Verhältniszahlen dem Zweck des Schiffes entsprechend gewählt werden: Langsam fahrende oder schleppende Dampfer bekommen völligere Formen als schnellfahrende. Große Güterdampfer mit geringer Geschwindigkeit sind im allgemeinen wie Lastschiffe ohne eigene Triebkraft zu behandeln.

In der nachstehenden Tafel sind die Angaben für δ, α und β dem Hilfsbuch für den Schiffbau von Johow-Krieger (3. Auflage 1910) entnommen worden. Zu Nr. 3 ist zu bemerken, daß diese Verhältniszahlen zuweilen größer gewählt werden (δ bis 0,68 und β bis 0,95), besonders bei Zweischraubendampfern. Auch treffen sie bei Schiffen mit Tunnelheck nicht zu. Güterdampfer (Nr. 4) werden auf den ostdeutschen Wasserstraßen der Schleusen wegen meistens völliger gebaut bis zu $\delta = 0,87$. Ferner sei erwähnt, daß man Radschleppdampfern (Nr. 6) zuweilen schärfere Formen gibt: $\delta = 0,7$ (z. B. auf der Donau); doch findet man andererseits auch δ etwas größer bis 0,88.

	Art des Dampfschiffs	$\frac{L}{B}$	δ	α	β
1	Barkassen	4 bis 5	0,34 bis 0,42	0,66 bis 0,75	0,63 bis 0,72
2	Personenschiffe mit Schrauben .	6,5 » 8,5	0,45 » 0,65	0,74 » 0,8	0,79 » 0,88
3	Schraubenschlepper	4,5 » 5,5	0,45 » 0,6	0,71 » 0,85	0,75 » 0,8
4	Güterschiffe mit Schrauben . . .	7 » 7,5	0,75 » 0,78	0,8 » 0,82	0,96 » 0,98
5	Personenschiffe mit Seitenrädern .	10 » 12	0,6 » 0,64	0,72 » 0,75	0,95 » 0,99
6	Schlepper mit Seitenrädern . . .	7 » 9,5	0,75 » 0,85	0,85 » 0,88	0,96 » 0,99
7	» » Heckrädern . . .	6 » 7	0,75 » 0,82	0,85 » 0,88	0,97 » 0,99

Soweit die Fortbewegungsmittel nicht Ausnahmen nötig machen, werden Bug und Heck gewöhnlich unter Wasser keilförmig gestaltet, während die Löffelform selten gewählt wird. Das Heck wird in der Regel übergebaut. Die Bordwände stehen im Hauptspant und im größeren Teile des Mittelschiffs gewöhnlich senkrecht; doch findet man bei den oben unter 1 bis 3 aufgeführten Schiffen häufig Ausnahmen (runde Formen), die durch das kleinere Verhältnis β bedingt sind. Die Kimm wird in der Regel mehr oder weniger abgerundet und der flache Boden bekommt keinen Sprung. Vor- und Hintersteven stehen in der Regel senkrecht; doch ist der erstere zuweilen nach vorne etwas geneigt, selten in S-Form gekrümmt. Bei Schraubendampfern, die häufig wenden müssen (z. B. Hafenschlepper und Fährboote) rundet man den Vorsteven unten nach dem Boden stark ab, wodurch man wenig Verdrängung verliert und das Wenden merklich erleichtert. Aus dem gleichen Grunde wird in diesen Fällen am Hintersteven der in Abb. 341 dargestellte »Schleusenkiel« angeordnet.

Die Linienrisse bieten, abgesehen von dem Hinterschiff bei Heckraddampfern und bei Schraubenschiffen mit Tunnelheck (Abb. 358 bis 360 u. 365 bis 371) nichts besonders Bemerkenswertes. In Abb. 18 und 19 waren die Linienrisse von einem gewöhnlichen Einschraubenschleppdampfer von etwa 210 PSi mitgeteilt, bei dem $\delta = 0{,}587$ und $\beta = 0{,}919$ ist.

Der Sprung des Decks ist bei diesem Schraubendampfer recht bedeutend und bei kleinen Schleppschiffen allgemein üblich. Er hat aber wenig Berechtigung, wie dies früher bei den Lastschiffen ausführlich erörtert wurde (S. 359), ausgenommen, wenn man dadurch im Vorschiff höhere Kajüten zu bekommen sucht. Daß das Schiff durch den starken Decksprung ein gefälligeres Aussehen bekommt, kann nicht zugestanden werden. Das trifft auch auf Personenschiffe mit Schrauben zu: Ein starker Decksprung im Vorschiff, verbunden mit dem Niedersaugen des Hecks in der Fahrt, verhindert bei beschränkter Höhe oft die Anbringung eines vorderen Sonnenzelts, was man häufig an den bei Berlin verkehrenden Schiffen bemerken kann (Abb. 425). Bei Güterdampfern mit Schrauben findet man einen erheblichen Sprung nur auf dem Rhein, entsprechend dem dortigen Geschmack.

Auch Heckraddampfer erhalten gewöhnlich einen ziemlich erheblichen Decksprung, der wohl den Vorteil bietet, daß man vorne und hinten, wo

Kessel und Maschine liegen, eine etwas größere Höhe unter Deck erhält, aber im allgemeinen nicht zu billigen ist, weil das Schiff in der Mitte, wo es ganz besonders auf Durchbiegung beansprucht wird und meistens besonders verstärkt werden muß, die geringste Höhe erhält.

Noch weniger ist ein starker Decksprung bei Seitenraddampfern zu rechtfertigen, weil hier Maschine, Kessel und Fortbewegungsmittel in der Schiffsmitte liegen, und es scheint geradezu unverständlich, wie man an dieser Stelle dem Schiffskörper die geringste Höhe geben kann, nur um einer ganz unbegründeten Geschmacksrichtung entgegen zu kommen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß nach den Gesetzen der Festigkeitslehre in der Schiffsmitte die größte Höhe erforderlich ist. Oft wird allerdings der scheinbare Sprung nur durch die entsprechend geschwungene Schanzverkleidung hervorgebracht, und man läßt deren Oberkante gewöhnlich mittschiffs und im Hinter-



Abb. 425. Personendampfer mit 2 Schrauben auf den Berliner Wasserstraßen.

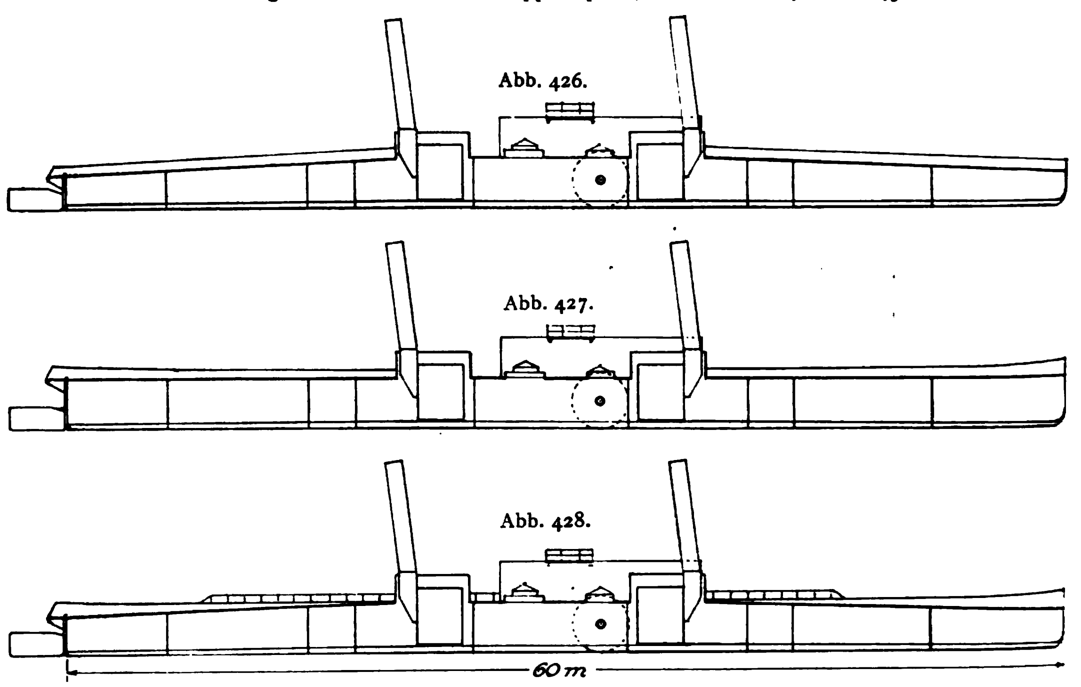
schiff ebenso wie das Deck wagerecht verlaufen; aber vorne bleibt fast immer noch die Erinnerung an das Seeschiff: dort wird in den meisten Fällen wenigstens das Schanzkleid sehr stark hochgezogen. Man kann an Schiffsgewicht erheblich sparen, wenn man die in der Schiffsmitte mit Rücksicht auf die Räder und die Maschinen erforderliche Höhe nach beiden Enden zu abnehmen läßt, zumal die Räume unter Deck am Bug wie am Heck bei Schleppdampfern nicht gebraucht werden, da diese Teile des Schiffskörpers nur zur Erreichung der nötigen Wasserverdrängung nötig sind. Mit solchen Schiffsformen scheint man vor etwa 30 Jahren zuerst auf der Donau vorgegangen zu sein.

Nachstehende Abbildungen (426 bis 428) zeigen die 3 verschiedenen Anordnungen. Die erste entspricht im allgemeinen den Donauschleppern: Die Höhe beträgt am Heck wie am Bug nur $^2/_3$ von der Höhe mittschiffs im Maschinenraum. Die Schanzverkleidung ist gleichlaufend mit der gekrümmten Decklinie. Diese Form dürfte dem Auge des Ingenieurs richtig, zweckmäßig und daher wohlgefällig erscheinen.

Die zweite Form (Abb. 427) wurde früher häufig ausgeführt: Das Deck ist mittschiffs und im Hinterschiff wagerecht, während die Schanzverkleidung wenig nach dem Heck, dagegen beträchtlich nach dem Bug ansteigt.

In der dritten Form (Abb. 428) hat der Ingenieur die Vorschriften der Festigkeitslehre und der Sparsamkeit, wie sie in der ersten Form deutlich zum Ausdruck kommen, mit dem schlechten Geschmack des Laien, dem die Form eines Seeschiffs auf der Binnenwasserstraße besser gefällt, zu vereinigen gesucht. Die Höhe beträgt am Bug und am Heck etwa 0,8 der Höhe in der Mitte, so daß das Deck vom Maschinenraum ab nach vorne und nach hinten allmählich fällt, ähnlich wie bei der erst beschriebenen Donauform (man nennt das ein »Walfischdeck«). Dieser Abfall wird aber zwischen den Radkastenaufbauten und den Steven vollständig durch die Schanzkleidung verdeckt, deren Oberkanten mittschiffs ebenso hoch wie das Deck über dem Maschinenraum liegen und nach hinten und vorne ansteigen, so daß am Heck etwa die Höhe von 1,1 und am Bug die Höhe von 1,25 der Höhe in der Mitte erreicht wird. Diese Schanzkleidungen bilden also eine Verblendung und werden in den mittleren Teilen des Schiffes (etwa an den Kohlenbunkern), wo sie ihren eigentlichen Zweck nicht erfüllen, durch eine leichte, nicht in die Augen fallende Reling erhöht. Sie stellen außerdem eine gewisse Verschwendung an Stoff und Gewicht dar.

Anordnung des Decks bei Radschleppdampfern, Abb. 426 bis 428. 1 : 450.



Bei den Radschiffen für Personenverkehr findet man gewöhnlich nur einen geringen Decksprung, besonders wenn sich auf dem Deck größere Aufbauten (Säle und Hallen) befinden, die schon aus Schönheitsrücksichten einen nahezu wagerechten Unterbau verlangen.

Die **Einrichtung** der Dampfschiffe ist durch die Verteilung der Gewichte, besonders der Kessel, Maschinen und Kohlenbunker, bedingt. Es war schon erwähnt, daß ein Schiff sich nur im Gleichgewicht befindet, wenn der Gewichtschwerpunkt (des ganzen Schiffes) und der Verdrängungsschwerpunkt in derselben Senkrechten liegen. Nach Feststellung der Schiffs-

form ist die genaue Lage des letzteren zu ermitteln, und die Gewichte der Maschinenteile usw. müssen so verteilt werden, daß ihre einzelnen Schwerpunkte und der Schwerpunkt des Schiffskörpers vereinigt als Schwerpunkt des ganzen Schiffes dieser Forderung entsprechen. Nur wenn diese Bedingung erfüllt ist, wird das fertige Schiff in der dem Entwurf zugrunde gelegten Wasserlinie schwimmen. Die Senkrechte durch die beiden Schwerpunkte liegt zwischen $0{,}05 \cdot L$ hinter und $0{,}02 \cdot L$ vor der Mitte des Schiffes (zwischen den Loten gemessen).

Bei Lastschiffen ist diese Untersuchung kaum erforderlich; denn für das leere Schiff ist es ohne wesentliche Bedeutung, ob es etwas kopflastig oder steuerlastig ist (die großen Rheinschiffe sind z. B. immer steuerlastig) und beim beladenen Schiffe wird der richtige oder verlangte Trimm durch entsprechende Verteilung der Ladung erreicht.

Bei Güterdampfern ist das Gewicht der Ladung zu berücksichtigen, und bei Personendampfern kommt, besonders bei hohen Aufbauten, die Untersuchung in Frage, ob bei einseitiger Belastung durch die Fahrgäste noch die nötige Steifheit (Stabilität) gesichert ist. Ferner ist, namentlich bei Schleppdampfern, darauf zu achten, daß bei nahezu geleerten Kohlenbunkern noch der erforderliche Trimm erhalten bleibt Unter Umständen kann man sich mit den schon erwähnten Wasserballasträumen helfen.

Von den auf den deutschen Wasserstraßen zurzeit am meisten gebräuchlichen Dampfschiffen mögen nachstehend einige der wichtigsten Arten dargestellt und beschrieben werden.

Schraubendampfer.

In den Abb. 429 bis 431 ist ein kleiner Schleppdampfer von etwa 200 Pferdestärken dargestellt, wie er in Deutschland allgemein üblich ist und besonders auf den Märkischen Wasserstraßen zwischen Elbe und Oder häufig verkehrt.

Das Schiff hat über Deck eine Länge von 26 m, über den Spanten eine Breite von 5 m, eine Seitenhöhe von 2,2 m und bei 7 t Kohlenvorrat ohne Wasserballast einen hinteren Tiefgang von 1,35 m, mit dem er die vorgenannten Wasserstraßen fast überall und zu jeder Zeit durchfahren kann. Die 1,5 m im Durchmesser große Schraube liegt dann aber nicht vollständig im Wasser und ihr Wirkungsgrad ist gering. Wenn der Wasserstand es erlaubt, wird deshalb durch Wasserballast der Trimm verändert, so daß der hintere Tiefgang 1,65 m beträgt. Zur Schiffsform ist zu bemerken, daß der Boden nicht flach ist, sondern vom Kiel nach beiden Seiten eine Aufkimmung zeigt, die mit starker Rundung in die Bordwand übergeht. Im Vorschiff sind stark ausfallende Spanten gewählt, um eine größere Deckfläche zu erhalten. Das Hinterschiff ist unter Wasser sehr scharf gebaut, um einen guten Wasserzufluß zur Schraube zu erzielen. Die Gewichtsverteilung ist so gemacht, daß der Schornstein gerade in der Mitte der Längsachse liegt, der Kessel also vorne und die Maschine dahinter. Die Kohlenbunker (*i*) sind zwischen dem Kessel (*d*) und den Bordwänden angeordnet und vom Deck durch je 3 Öffnungen zu füllen. Es sind 4 Schottwände (*a*) eingebaut: vorne das Sicherheitschott, das zugleich den Wasserballastraum abschließt, dann 2 Schotte zum Abschluß des Maschinen- und Kesselraums und das Stopfbüchsenschott, das den hinteren Ballastraum begrenzt. Das Deck zeigt an beiden Bordwänden neben der ringsum laufenden Schanzkleidung einen 0,7 bis 0,9 m breiten Bordgang, während die mittleren Teile nach Art eines Tennebaums erhöht sind, um für den Maschinenraum und die Kajüten die genügende Höhe zu gewinnen. Die Aufbauten für die Kajüten reichen bis zur

Höhe der Schanzkleidung, die für den Maschinenraum sind noch um 0,3 m höher. Zur Erleuchtung dieser Räume sind außer den Decklichtern (*b*) noch mehrere Fenster seitlich nach dem Bordgange angeordnet. Von diesem aus gehen auch die Niedergänge zu den beiden Kajüten (vorne und hinten) und zu dem Maschinenraum. Im Vorschiff ist unter Deck neben der Wohnung des Schiffsführers ein Abort (*c*) eingebaut.

Einschraubenschleppdampfer von 200 PSi, Abb. 429 bis 431.

Abb. 429. Ansicht 1 : 200.

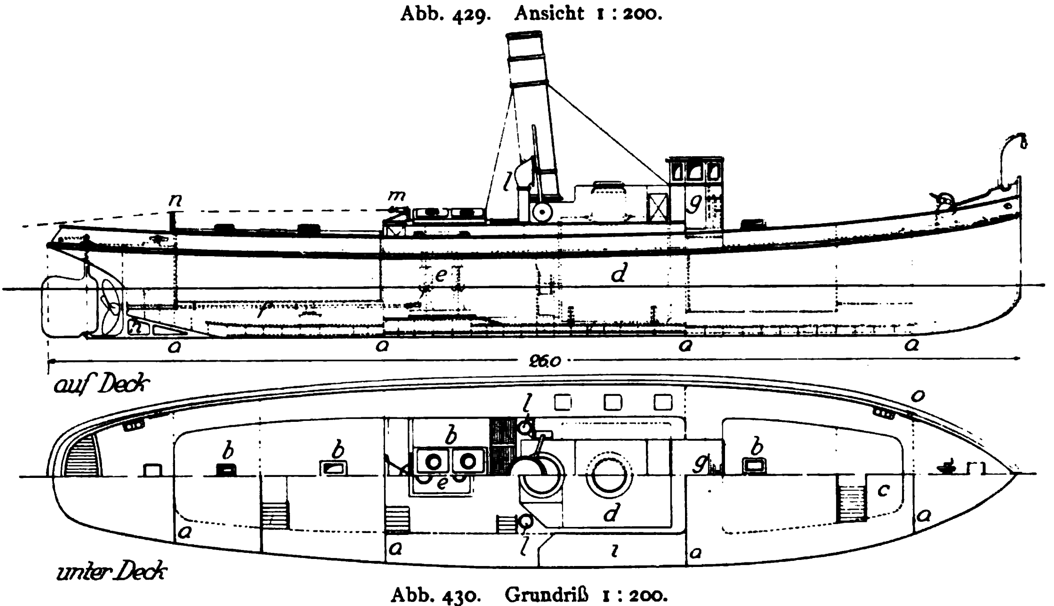


Abb. 430. Grundriß 1 : 200.

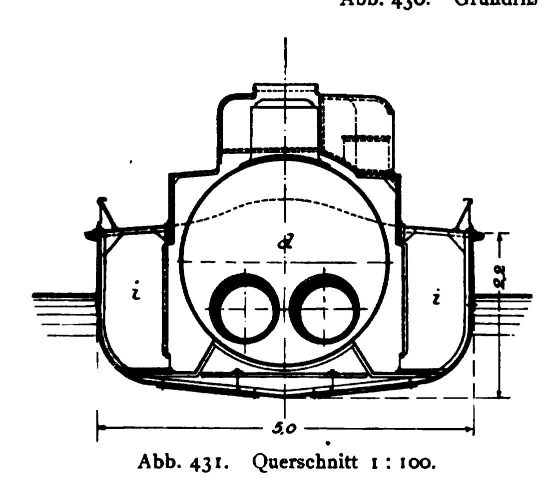


Abb. 431. Querschnitt 1 : 100.

Um den Feuerungen des Kessels (*d*) die erforderliche Luftmenge zuzuführen, ist das Deck hinter dem Kessel geöffnet und durch ein Gitter (Gräting) (*k*) bedeckt. Zu demselben Zweck dienen die beiden senkrechten Luftzuführungsrohre (Ventilatoren) (*l*), deren Köpfe über Deck gewöhnlich nach vorne gerichtet oder der Windrichtung entsprechend gedreht werden. Von der Verbundmaschine (*e*) führt die mit einem Zwischenlager unterstützte Welle (*f*) unter dem Fußboden der Mannschaftskajütte nach der Stopfbüchse und durch das Stevenrohr zur Schraube. Der Hintersteven ist mit Schleusenkiel (*h*) versehen. Das Schweberuder trägt auf Deck eine Kettenscheibe, und die Steuerkette mit zwischengelegten Stangen aus Rundeisen führt vom Heck an der Schanzkleidung entlang zum Steuerhäuschen (*g*), das zwischen Kessel und Vorkajüte aufgebaut ist und die Steuerwinde mit senkrechtem Handrad enthält. Der mit kräftiger Feder versehene Schlepphaken (*m*) ist nahe dem Schwerpunkt des Schiffes auf dem Deck des Maschinenraumes angebracht und seitlich gut verstrebt. Das Schleppseil wird hinten durch einen eisernen Bügel (*n*) unterstützt. Das Schiff ist vorne mit einer einfachen Ankerwinde und Kran sowie vorne und hinten mit Pollern ausgerüstet.

Das auf der Werft Übigau gebaute Schiff gehört zu den besseren dieser Art. Der starke Decksprung ist nicht empfehlenswert, zumal dadurch am Heck die freie Bewegung des Schlepptaus und an beiden Enden die Handhabung der Schiebestangen u. dgl. behindert wird. Die Werften sind in dieser Beziehung aber oft von den Wünschen der Besteller abhängig.



Abb. 432. Schraubenschleppdampfer auf den Märkischen Wasserstraßen.



Abb. 433. Schraubenschleppdampfer von 350 PSi auf der unteren Elbe.

In Abb. 432 ist ein ähnlicher kleiner Schlepper schwimmend dargestellt. Seit der Einführung des Tunnelhecks (S. 476) bürgern sich die Schraubenschleppdampfer auf der Elbe zwischen Hamburg und Wittenberge ein, wo bisher allein die Radschlepper herrschten. Abb. 433 zeigt z. B. ein solches Schiff mit Tunnelheck mit Schwanz, das ebenso wie das früher erwähnte von Gebr. Wiemann in Brandenburg gebaut ist. Es ist 37 m lang, 6,3 m

breit, hat eine Dreifach-Expansionsmaschine von 350 PSi und geht bei einem Schraubendurchmesser von 1,65 m nur 1,15 m tief. Ein anderer Schleppdampfer mit Tunnelheck ohne Schwanz, der von Cäsar Wollheim gebaut ist, verkehrt gleichfalls auf der Elbe. Er ist 35 m lang, 6,3 m breit, hat eine Vierfach-Expansionsmaschine von 373 PSi (S. 535) und geht bei einem Schraubendurchmesser von 1,7 m nur 1,1 m tief.

Auf dem Rhein sind seit dem Jahre 1880 Schraubendampfer zum Schleppen verwendet worden, besonders auf dem Niederrhein, wo meistens ausreichende Wassertiefen von 2,5 bis 3 m vorhanden sind. Mit einer Schraube (von 1,6 bis 1,8 m Durchmesser) erhielten sie bei 1,8 bis 2 m Tiefgang 300 bis 400 PSi. Die größeren Zweischraubendampfer mit Schrauben



Abb. 434. Schraubenschleppdampfer auf dem Rhein.

von 2,2 m Durchmesser haben bei 2,5 m Tiefgang bis zu 850 PSi[1]). Da man am Rhein in der Höhe wenig beschränkt ist, werden diese Schiffe meistens mit Aufbauten und hochgestelltem Steuerhäuschen versehen, wie aus Abb. 434 ersichtlich. Dies ist ein auf der Mannheimer Werft gebauter Schleppdampfer. Von dieser Schiffbauanstalt sind schon mehrere Dampfer mit Tunnelheck hergestellt, die bei 47 m Länge und 7,8 m Breite mit 2 Schrauben von 1,9 m Durchmesser mit Dreifach-Expansionsmaschinen 840 PSi entwickeln, wobei der Tiefgang mit 20 t Kohlen nur 1,25 m beträgt, so daß sie auf dem ganzen Rhein verkehren können.

Bei diesen starken Schleppern ist der Grundriß so eingeteilt, daß mittschiffs die beiden Kohlenbunker liegen, zwischen denen in der Mittellinie des Schiffs ein etwa 1 m breiter Ver-

1) Im Jahre 1911 hatte der stärkste Zweischraubenschlepper auf dem Niederrhein nach Mitteilung des Germanischen Lloyd eine Stärke von 1300 PSi.

bindungsgang bleibt. Vorne schließt sich der Kesselraum an, in dem die beiden Kessel neben einander liegen, während hinten der Maschinenraum folgt. In diesem mittleren Teile des Schiffes liegt das Deck in der Höhe der Oberkante des Schanzkleides und ist seitlich mit einer leichten Reling versehen. Die Verbindung mit den niedriger liegenden Deckflächen über den vorderen und hinteren Kajüten wird durch Treppenstufen hergestellt. Das Deck wird über Hinter- und Mittelschiff ziemlich wagerecht angeordnet und bekommt nur über dem Vorschiff einen Sprung.

Am Rhein besteht die Eigentümlichkeit, daß man das Steuerrad und den Stand des Schiffsführers zuweilen hinter dem Schornstein anordnet, damit der Steuermann, wie man sagt, seinen Schleppzug besser übersehen kann. Dies ist ohne Zweifel unzweckmäßig. Auch die dort oft angetroffenen wagerechten Steuerräder, von gleicher Bauart wie auf den Lastschiffen, sind nicht zu empfehlen, weil sie auf dem verhältnismäßig kleinen Dampfer zu viel Raum erfordern. Die Übertragung von der Steuerwinde zum Ruder wird in diesem und auch in anderen Fällen zuweilen durch eine auf dem Deck befestigte Wellenleitung mit Zahnradübersetzungen bewirkt, weil man diese für zuverlässiger hält als eine Kette. Bei kleineren Schiffen wird das zutreffen; bei großen, langen Radschleppern muß man aber stets mit gewissen Formveränderungen des Schiffskörpers rechnen, die leicht zu einem Bruch der Wellenleitung führen. Man ist darum genötigt worden, in diese Leitung einige Universalgelenke einzuschalten. Die auf dem Deck angebrachte Welle ist auch für den Verkehr hinderlich und gefährlich.

Personendampfer mit Schrauben werden gewerbsmäßig im Ortsverkehr großer Städte viel benutzt, z. B. in Hamburg im Hafen und auf der Alster, in Paris auf der Seine und in Venedig besonders auf dem Canale grande. Sehr entwickelt ist diese Art von Schiffen in der wasserreichen Umgebung von Berlin. Hier ist es vor allem die Spree-Havel-Dampfschiffahrt-Gesellschaft »Stern«, die in ihrer großen Flotte von 30 Einschraubendampfern und 28 Zweischraubendampfern verschiedene Größen und Bauarten aufweist. Da die Schiffe vorwiegend dem Vergnügungsverkehr dienen und nur zu verhältnismäßig kurzen Fahrten in warmen Jahreszeiten bei gutem Wetter benutzt werden, müssen sie vor allem auf Deck genügend Raum besitzen.

Die neuesten, von den Stettiner Oderwerken gelieferten Schiffe sind mit zwei Schrauben ausgerüstet und nach den in folgender Tafel zusammengestellten Klassen gebaut:

Klasse	Länge über alles m	Länge zwischen den Loten m	Breite über alles m	Breite über Spanten m	Seitenhöhe m	Tiefgang m	Völligkeitsgrad der Verdrängung δ	Indiz. Pferdestärken	Umlaufzahlen	Geschwindigkeit je Stunde km	Kohlenverbrauch je PSi kg
1	29,95	28,0	5,62	5,3	2,32	1,4	0,515	160	220	19,5	1,1
2	30,4	28,9	5,0	4,8	1,75	1,42	0,482	130	210	17,6	1,2
3	32,0	30,0	6,2	5,4	2,45	1,4	0,450	150	205	17,1	1,15
4	35,1	33,0	6,6	6,1	2,45	1,4	0,487	240	225	19,5	1,1

In den Abbildungen 435 und 436 ist ein Dampfer der Klasse 4 dargestellt, der nach der Vermessung der Schiffahrtpolizei 430 Fahrgäste aufnehmen darf. Die Bordwände sind so hoch über Wasser geführt, daß die Kajüten durch seitliche Fenster erleuchtet werden und auch der Maschinenraum die erforderliche Höhe bekommt. Es sind 4 Schottwände (*a*) angeordnet, vorne, hinten und zur Abgrenzung des Maschinen- und Kesselraums. In dem letzteren befinden sich die beiden Verbundmaschinen mit Kondensation, über denen ein Decklicht (*b*) angeordnet ist. Die Buchstaben haben im übrigen die gleiche Bedeutung wie in Abb. 429 bis 431. Der Steuermannstand ist vor dem Schornstein über dem Kessel ohne besonderen Schutz, da das Sonnenzelt genügt. Vorne und hinten ist eine große Kajüte für die Fahrgäste mit je einem Niedergang angeordnet. Neben der hinteren Kajüte liegen die Aborte (*c*). Ein besonderer Niedergang

führt zu der Mannschaftskajüte im Hinterschiff. In dem Deckplan ist die Anordnung der Sitzbänke beachtenswert. Die oben mitgeteilte Abb. 425 zeigt dies Schiff in der Fahrt, während die Abb. 437 von einem Schiffe der Klasse 1 für etwa 300 Fahrgäste den Bug dieser Schiffe zeigt und die scharf gebaute Keilform mit weit ausfallenden Spanten erkennen läßt. Über den unmäßigen Decksprung war schon gesprochen. Die Geschwindigkeit der Schiffe bezieht sich auf

Personendampfer mit 2 Schrauben auf den Berliner Gewässern, Abb. 435 und 436. 1 : 250.
Abb. 435. Ansicht.

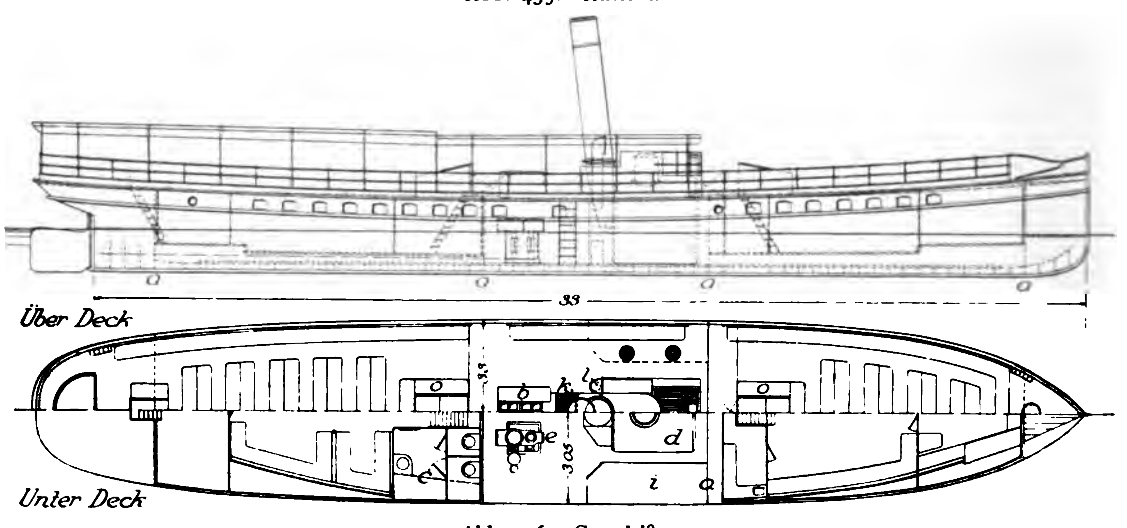


Abb. 436. Grundriß.



Abb. 437. Personendampfer auf den Berliner Gewässern in der Fahrt.

tiefes Wasser, wie es die seeartigen Erweiterungen der Havel und der Spree bei Berlin besitzen. Aus Gründen der öffentlichen Sicherheit ist dort nur eine Geschwindigkeit von 12 bis 15 km je Stunde polizeilich erlaubt.

Es ist bemerkenswert, daß diese zweckmäßigen und wohlfeilen Schraubenschiffe sich auf den Schweizer und Italienischen Seen (abgesehen von einigen neueren Versuchen auf dem Comer See) bisher nicht eingebürgert haben. Man bleibt dort bei den Raddampfern, obwohl man rücksichtlich des Tiefgangs nicht beschränkt ist.

Die Abbildungen 438 und 439 zeigen einen Güterdampfer mit zwei Schrauben, der die Schleusen in der Saale bis Halle durchfahren kann, aber

Güterdampfer von 250 t Tragfähigkeit und 210 PSi auf den östlichen Wasserstraßen," Abb. 438 und 439. 1 : 300.

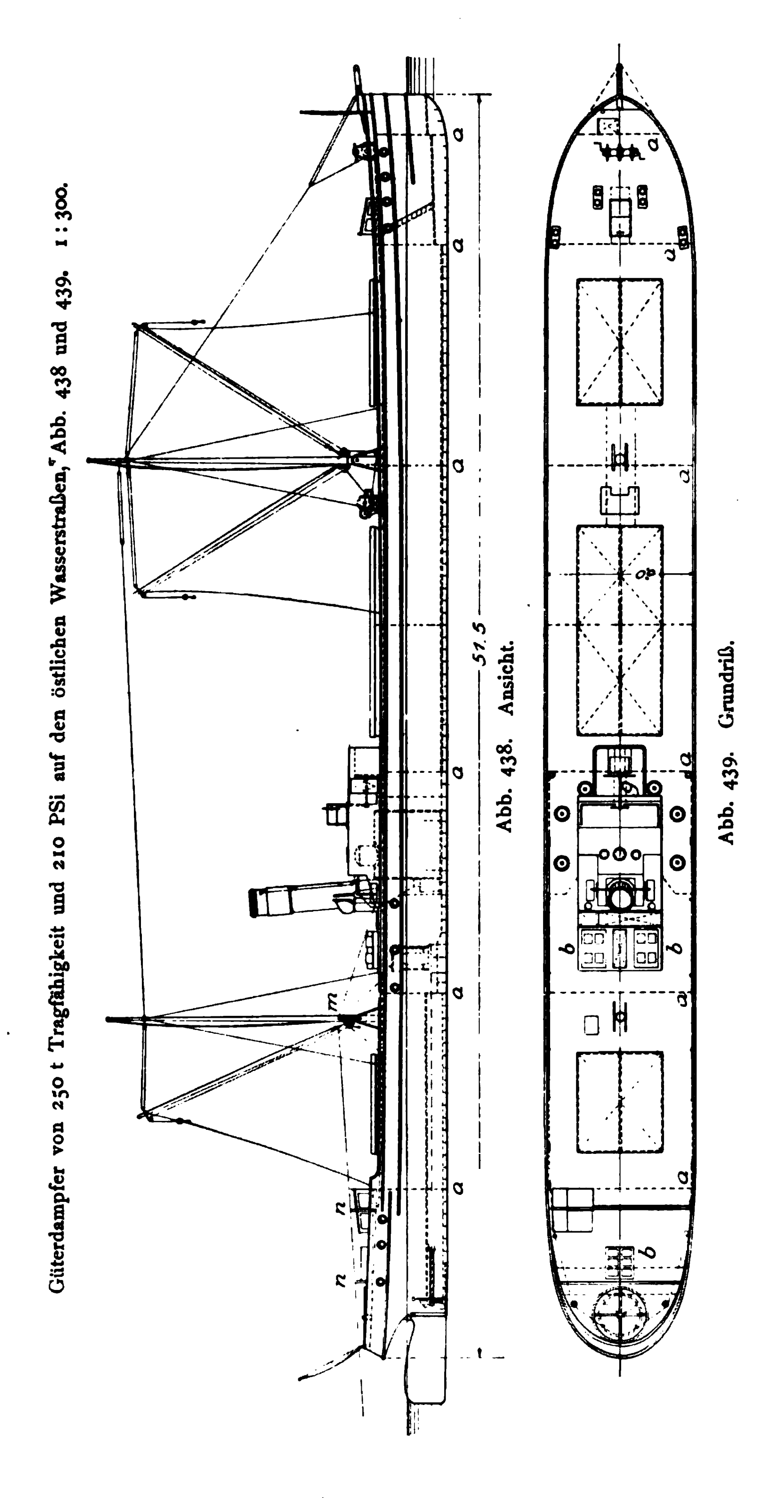


Abb. 438. Ansicht.

Abb. 439. Grundriß.

in wenig abweichender Form auch auf allen anderen östlichen Wasserstraßen häufig angetroffen wird. Die Bauart entspricht den dort verkehrenden stählernen Lastschiffen (Abb. 59 bis 63) und bezüglich der Heckform etwa dem Elbschiff nach Plauer Maß (Abb. 74).

Der Dampfer ist 51,1 m über alles und 49 m zwischen den Loten lang, 6,02 m über den Scheuerleisten und 5,92 m über den Spanten breit, an der Seite bis zum Deck 2,5 m hoch und mit einem ringsum laufenden niedrigen (0,15 m) Schanzkleid versehen, das nur am Hinterschiff etwa doppelte Höhe hat. Der Tiefgang beträgt mit 250 t Ladung und 7,5 t Kohlen 1,6 m. Die Schrauben nach Buckauer Art haben 1,3 m Durchmesser. Der Raum für die beiden Verbundmaschinen, die zusammen 210 Pferdestärken leisten, und für den Walzenkessel von 80 m² Heizfläche und 11 kg Dampfspannung ist bei etwa 1/3 der Länge von hinten angeordnet und durch 2 Schottwände begrenzt. Außerdem sind noch 4 Schotte vorhanden, die 4 Laderäume und 2 Kajüten abteilen. Die Laderäume sind durch große Ladeluken zugänglich, die von 0,4 m über das stählerne Deck reichenden Luksüllen eingerahmt und mit verzinkten Wellblechtafeln von etwa 0,7 m Breite geschlossen sind. Es sind Vorrichtungen zum Zollverschluß angebracht.

Da der Raum zwischen dem Kessel und den Bordwänden zur Unterbringung der Kohlen nicht ausreicht, sind die Bunker durch den Raum vor dem Kessel vergrößert worden, so daß sie nötigenfalls 25 t fassen können. Über der Kesselhaube ist der Stand für den Schiffsführer, mit leicht umlegbarem Geländer versehen. Von hier aus kann auch die Dampfsteuerwinde bedient werden, die ihren Platz vor dem Kessel hinter einem Steuerschirm (*g*) gefunden hat. Sie kann dort nicht nur mit Dampf, sondern nötigenfalls auch durch die Hände bewegt werden. Die Übertragung von der Steuerwinde zum Ruder erfolgt durch Ketten und Stangen am Schanzkleid entlang bis zu der geschmiedeten Kettenscheibe auf dem Ruderschaft. Auf dem Deck sind in eisernen Köchern 2 umlegbare Lademaste aufgestellt, von denen der vordere durch eine Dampfwinde und der hintere durch eine Handwinde bedient wird, so daß Lasten von 1,5 t gehoben werden können. Die auf dem Vorderdeck befindliche doppelte Ankerwinde kann auch als Handladewinde für den vorderen Mast benutzt werden. Um gelegentlich noch ein anderes Lastschiff in Schlepptau nehmen zu können, ist am hinteren Mastköcher ein Schleppbock mit Klüse (*m*) angeordnet. Das Schlepptau wird über dem Hinterschiff durch 2 Bügel (*n*) unterstützt.

Dieser Güterdampfer ist auf der Werft von Cäsar Wollheim gebaut, die solche Schiffe auch mit stärkeren Dreifach-Expansionsmaschinen von zusammen 280 bis 300 Pferdestärken herstellt.

Alle diese Güterdampfer auf den östlichen Wasserstraßen sind mehr oder minder durch die Abmessungen der Schleusen beschränkt und müssen sehr völlig gebaut werden. Es haben z. B. die auf der Havel-Oder-Wasserstraße (Finowkanal) verkehrenden Güterdampfer höchstens eine Länge von 41 m, eine Breite von 5,1 m und eine Tragfähigkeit von 150 t, die aber bei der erlaubten Tauchtiefe von 1,4 m bei weitem nicht ausgenutzt werden kann. Der Völligkeitsgrad der Verdrängung (δ) beträgt 0,84 bis 0,87.

Anders ist es auf dem Rhein, wo man in der Größe der Güterdampfer nur hinsichtlich des Tiefgangs bei niedrigen Wasserständen beschränkt ist.

In den Abbildungen 440 und 441 ist ein solches Schiff mit 2 Schrauben dargestellt, das auf der Mannheimer Werft gebaut ist. Es ist zwischen den Loten 65 m lang, über den Spanten 9,5 m breit und an der Seite in der Mitte 3,3 m hoch. Bei einem Tiefgange von 2,5 m hat es eine Tragfähigkeit von 700 t. Der schlank gebaute Schiffskörper aus Stahl wird durch 6 Schottwände in 3 Laderäume, 2 Kajüten und den Maschinen- und Kesselraum zerlegt. Die Laderäume sind ähnlich wie bei dem vorbeschriebenen Schiffe durch Luken im stählernen Deck zugänglich, die aber mit hölzernen Deckeln nach rheinischer Bauweise geschlossen sind. In dem Maschinenraum befinden sich die beiden Dreifach-Expansionsmaschinen von zusammen 560 Pferdestärken und 2 Dampfkessel von je 100 m² Heizfläche und 15 kg Spannung, die einen gemeinschaftlichen

Güterdampfer von 700 t Tragfähigkeit und 560 PSi auf dem Rhein, Abb. 440 und 441. 1 : 350.

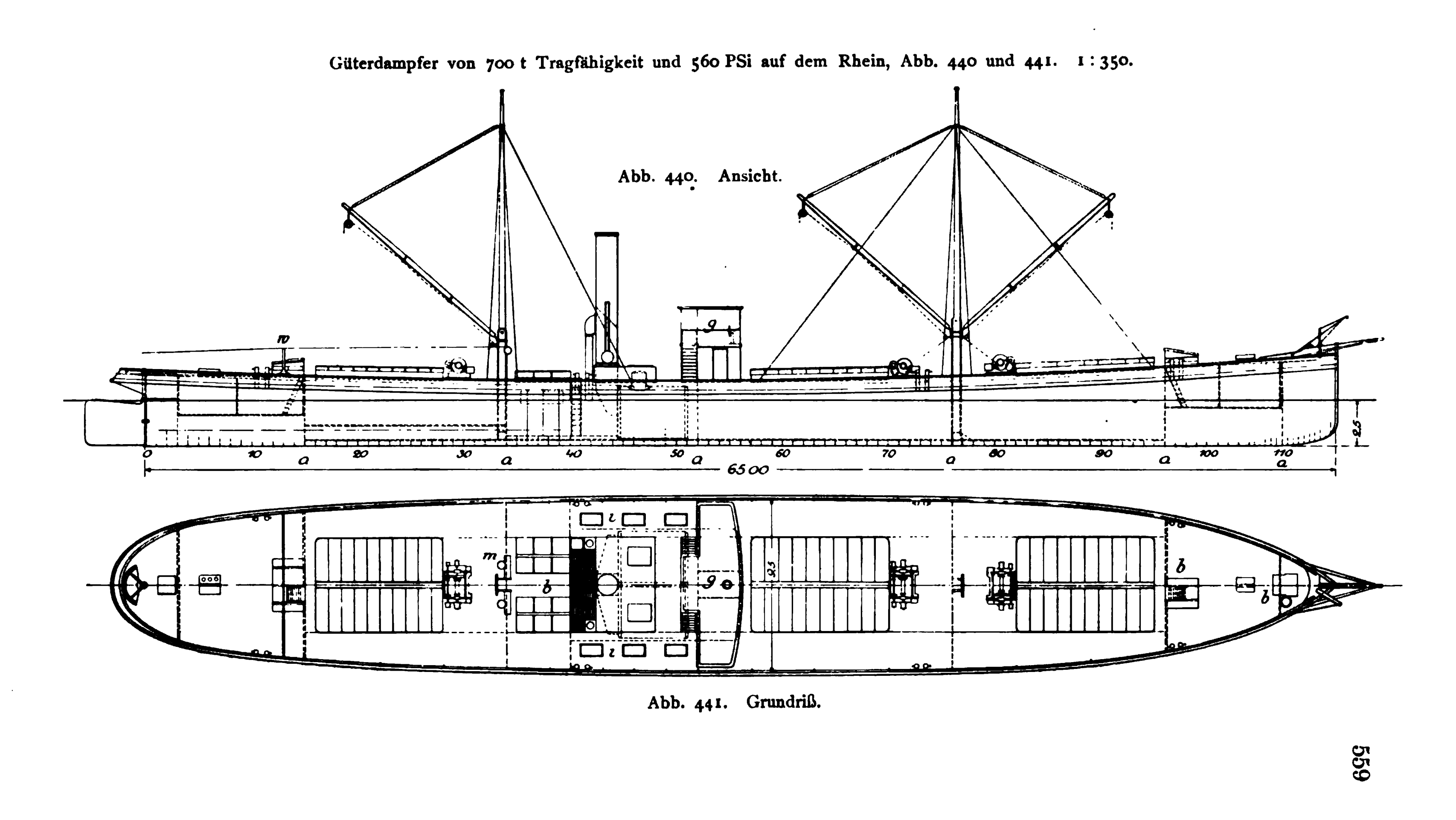


Abb. 440. Ansicht.

Abb. 441. Grundriß.

Schornstein haben. An diesem ist beachtenswert, daß nur sein oberer Teil zum Umlegen eingerichtet worden ist, weil die Rheinbrücken verhältnismäßig hoch liegen. Auf diese Weise wird der Vorteil erreicht, daß die Kessel auch bei umgeklapptem Schornstein etwas Zug haben. Infolge der genügenden freien Höhe ist ferner der Stand für den Schiffsführer (*g*) auf das Deck eines kleinen Kajütenaufbaues gelegt worden. Von hier kann die Dampfsteuerwinde bedient werden, die in dem darunter befindlichen Raume aufgestellt ist. Wie bei den Güterdampfern auf den östlichen Wasserstraßen sind auch hier 2 Lademaste in starken eisernen Köchern beweglich aufgestellt, die bis zum Schiffsboden geführt sind. Zum Löschen und Laden sind drei Dampfwinden vorgesehen und außerdem im Vorschiff eine Dampfankerwinde. Zum gelegentlichen Schleppen ist das Schiff mit einem Schleppbock (*m*) am hinteren Mastköcher nur mit einem Bügel (*w*) ausgerüstet. Der Schraubendurchmesser beträgt 1,7 m. Das Schiff hat in tiefem, stillem Wasser eine Geschwindigkeit von etwa 17 km je Stunde und verkehrt auf dem ganzen Rhein bis nach Straßburg.

Die größten Güterdampfer auf dem Rhein, die der »Neuen Karlsruher Gesellschaft« gehören und in Holland gebaut wurden, sind je 83 m lang, 10,08 m breit und haben bei 2,77 m Tiefgang eine Tragfähigkeit von 1306 t. Die Maschinen haben 650 PSi. Ähnliche Güterdampfer verkehren auch auf der mittleren und unteren Donau (bis 500 t Tragfähigkeit bei 1,8 m Tiefgang und mit 400 PSi).

Güterdampfer von 10300 t auf den großen Seen von Nordamerika, Abb. 442 bis 444.

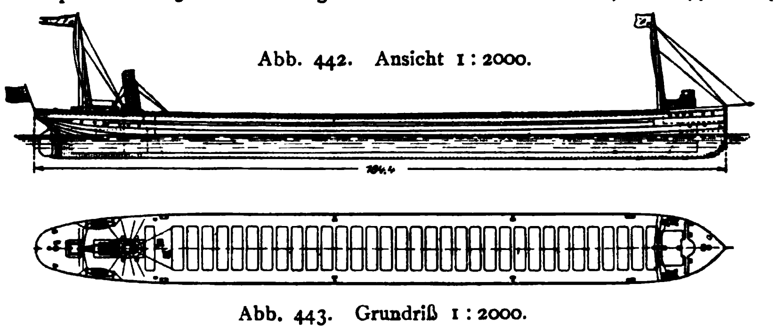


Abb. 442. Ansicht 1 : 2000.

Abb. 443. Grundriß 1 : 2000.

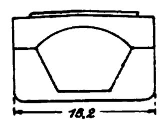


Abb. 444. Querschnitt 1 : 1000.

Es mag hier auf die Entwicklung der amerikanischen Schraubengüterdampfer auf den Großen Seen hingewiesen werden. Bei der außerordentlichen Größe und Tiefe dieser Gewässer kann man den dortigen Verkehr kaum zur Binnenschiffahrt rechnen, zumal sowohl die Bauart wie der Betrieb der Schiffe mehr der Seeschiffahrt ähnlich ist. Zum Vergleich ist aber in den Abb. 442 bis 444 einer der größten auf diesen Seen verkehrenden Erzdampfer dargestellt worden[1]), der in seinen Abmessungen mit großen Ozeandampfern in Wettbewerb treten könnte. Das Schiff ist 184,4 m lang, 18,3 m breit, 11,8 m hoch und hat (bei $\delta = 0,86$) eine Tragfähigkeit von 10300 t bei 5,8 m Tiefgang. Die Versteifung des durchgehenden Laderaums durch sehr kräftige Rahmenspanten und bogenartige Deckbalken ist aus Abb. 444 ersichtlich. Er ist

1) Renner, Schiffbau u. Schiffahrt auf den Großen Seen in Nordamerika. Zeitschrift f. Binnenschiffahrt 1909, S. 435.

Eisbrecher mit 2 Schrauben und Tunnelheck von 400 PSi auf der Weichsel, Abb. 445 bis 448.

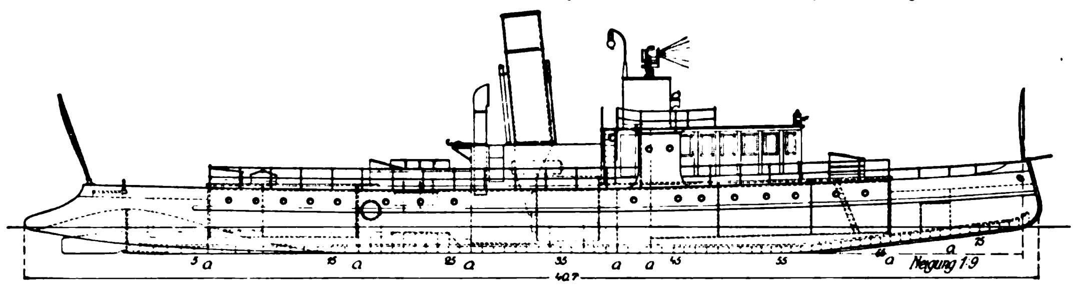


Abb. 445. Ansicht 1 : 300.

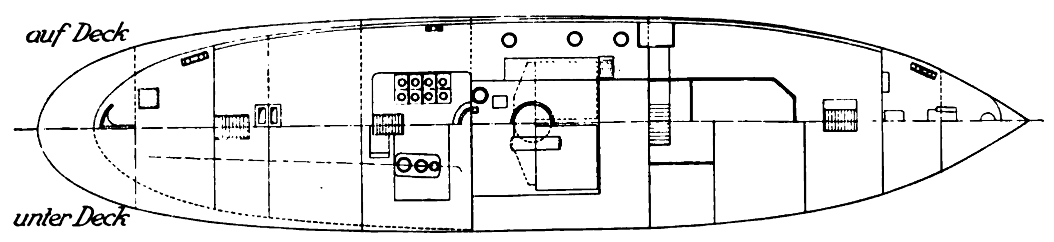


Abb. 446. Grundriß 1 : 300.

durch 32 Deckluken zugänglich, die alle gleichzeitig zum Laden oder Löschen benutzt werden, so daß zum Einladen von 10000 t Erz oder Kohlen nur etwa 10 Stunden gebraucht werden. An den großen Laderaum schließen sich hinten die Räume für Kessel und Maschine, vorne die Kajüten für die Besatzung, der Steuerstand und die Befehlbrücke. Die Dreifach-Expansionsmaschine von 2000 PSi gibt bei 85 Umdrehungen dem beladenen Schiffe eine Geschwindigkeit von 18,5 km. — Im Jahre 1911 sollen die größten Schiffe eine Verdrängung von 16000 t und bei 6 m Tauchtiefe eine Tragfähigkeit von 12700 t (14000 Short Tons) gehabt haben.

In den Abb. 445 bis 448 ist schließlich noch ein Eisbrechdampfer mit 2 Schrauben dargestellt, der nebenbei auch zum Schleppen benutzt wird. Von den sonst üblichen Eisbrechern, die in dem Werke von Görz und Buchheister »Das Eisbrechwesen im deutschen Reich« (Berlin 1900) genau beschrieben und dargestellt sind, weicht dies für die königl. Weichselstrom-Bauverwaltung im Jahre 1910 auf der Klawitterschen Werft in Danzig erbaute Schiff insofern ab,

Abb. 447. Querschnitt durch den Kesselraum 1 : 150.

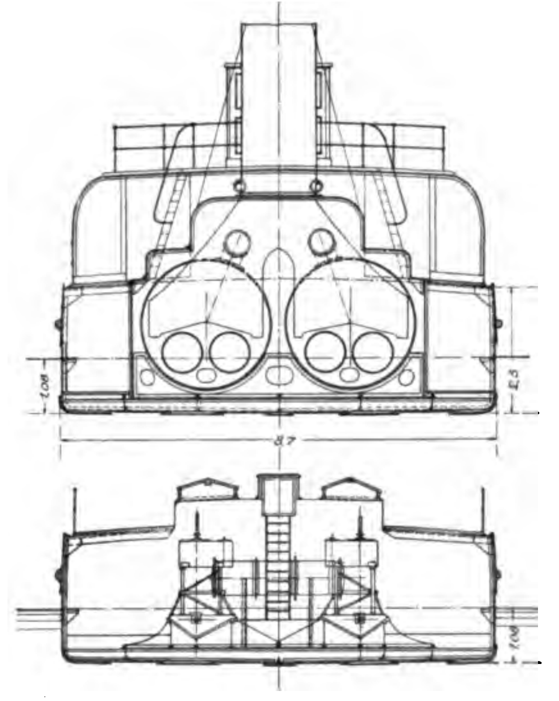


Abb. 448. Querschnitt durch den Maschinenraum 1 : 150.

als es erheblich breiter und mit einem Tunnelheck mit Schwanz (nach Thornycroft) versehen ist, wodurch (mit 10 t Kohlen) der geringe Tiefgang von 1,08 m erreicht werden konnte. Das ist für Eisbrecher auf seichten Strömen wie die Weichsel von größter Bedeutung. Auch liegen die Schrauben unter dem Heck sehr geschützt. Schon im Jahre 1904 war von dieser Werft ein solches Schiff hergestellt worden, das sich gut bewährt hat.

Das Schiff ist über alles 40,7 m und zwischen den Loten 36 m lang, über den Spanten 8,7 m breit und 2,5 m hoch. Die beiden Dreifach-Expansionsmaschinen entwickeln bei 13 kg Dampfspannung und 0,6 Füllung zusammen 400 Pferdestärken und geben dem Schiffe in tiefem, stillem Wasser eine Geschwindigkeit von 18 km. Da das Schiff zuweilen in Seewasser verkehrt, ist die Maschine mit Oberflächen- und Einspritzkondensation ausgerüstet. Die beiden Schraubenwellen sind zu einander geneigt und tragen einfache Schrauben von 1,7 m Durchmesser. Die beiden Walzenkessel, die neben einander liegen, haben zusammen 120 m² Heizfläche. Der Kohlenverbrauch beträgt 0,85 kg, die Wasserverdrängung 230 m³. Das Heck taucht etwa 80 mm tief in das Wasser ein, so daß auch beim Rückwärtsgang keine Luft von der Schraube angesaugt wird; in voller Fahrt senkt sich das Heck um höchstens 150 mm. Die Anordnung und Einrichtung geht aus den Abbildungen hervor. Die Linienrisse des Hinterschiffs und ein Querschnitt durch die Tunnel sind in den Abb. 358 bis 361 mitgeteilt, und hinsichtlich der Bauart des löffelförmigen Vorschiffs und der Eisverstärkungen an Kiel und Vorsteven wird auf das vorgenannte Buch verwiesen.

Bei Zweischraubendampfern ist auf die Drehrichtung der Schrauben beim Vorwärtsgang zu achten. Es war schon (S. 470) darauf hingewiesen, daß bei flachgehenden Schiffen die oben nach außen schlagenden Schrauben den Vorzug verdienen, besonders auch beim Drehen des still liegenden Schiffes ohne Gebrauch des Ruders. Wenn aber die Dampfmaschinen von einem zwischen den beiden Maschinen stehenden Maschinisten bedient werden sollen, wie es in der Binnenschiffahrt üblich ist, ergeben sich bei dieser Drehrichtung und bei der heutigen Bauart der Maschinen gewisse Schwierigkeiten in Betreff der Übersichtlichkeit und der Zugänglichkeit der Maschinenteile. Obwohl diese Schwierigkeiten nicht unüberwindlich sind (es handelt sich besonders um eine Verstärkung der Gleitbahnen, um den Druck des Kreuzkopfes bei der umgekehrt laufenden Maschine aufzunehmen), haben sie doch dazu geführt, daß ein großer Teil der Zweischraubendampfer mit nach innen schlagenden Schrauben versehen worden ist. Eine Änderung scheint erstrebenswert.

Seitenraddampfer.

In den Abb. 449 und 450 ist ein großer von Gebr. Sachsenberg gebauter Seitenrad-Schleppdampfer dargestellt, wie er heute auf dem Rhein und anderen großen deutschen Strömen gebräuchlich ist.

Das Schiff ist zwischen den Loten 73 m lang, über den Spanten 8,5 m, über den Radkasten 19,2 m breit, in der Mitte an der Seite 3,3 m hoch und hat mit Ausrüstung einen Tiefgang von 1,18 m. Die Dreifach-Expansionsmaschine entwickelt bei 0,5 Füllung im Hochdruckzilinder und 15 kg Dampfspannung 1064 Pferdestärken. Die beiden Schaufelräder haben bei einem Durchmesser von 2,9 m im Zapfenkreis je 7 bewegliche, stählerne, gekrümmte Schaufeln von $2 \cdot 2{,}35$ m $= 4{,}7$ m Breite und 0,85 m Höhe. Die beiden Dampfkessel haben zusammen 460 m² Heizfläche; der Kohlenverbrauch ist 0,8 kg.

Der Schiffskörper hat in der Mitte senkrechte, gleichlaufende Wände, der Völligkeitsgrad des Hauptspants (β) beträgt 0,995. Das Vor- und das Hinterschiff sind namentlich unter Wasser keilförmig zugeschärft, der Vorsteven ist unten abgerundet. Das Deck ist nach Abb. 428 geformt. Der Boden ist entsprechend der verschiedenen Belastung in wechselnder Stärke ausgeführt: Die Bodenwrangen sind im Vorschiff und in der Mitte 300 mm, im Hinterschiff 250 mm und im Maschinenraum zum Teil 650 mm hoch. Im Vor- und im Hinterschiff sind sie nur an jedem zweiten Spant angebracht. Außer den Wrangen sind unter den Kesseln und unter der Maschine noch 7 kräftige I-Träger eingebaut. Auch die Stärken und der Abstand der Spanten sind verschieden: Im Vor- und im Hinterschiff beträgt dieser 600 mm, unter den Kohlenbunkern und unter den Kesseln 500 mm und unter den Maschinen nur 400 mm. Im Maschinenraum sind an jeder Seite 10 starke, versteifte Rahmenspanten angemessen verteilt und eine Reihe schwächerer

Radschlepper von 1064 PSi auf dem Rhein, Abb. 449 und 450. 1 : 400.

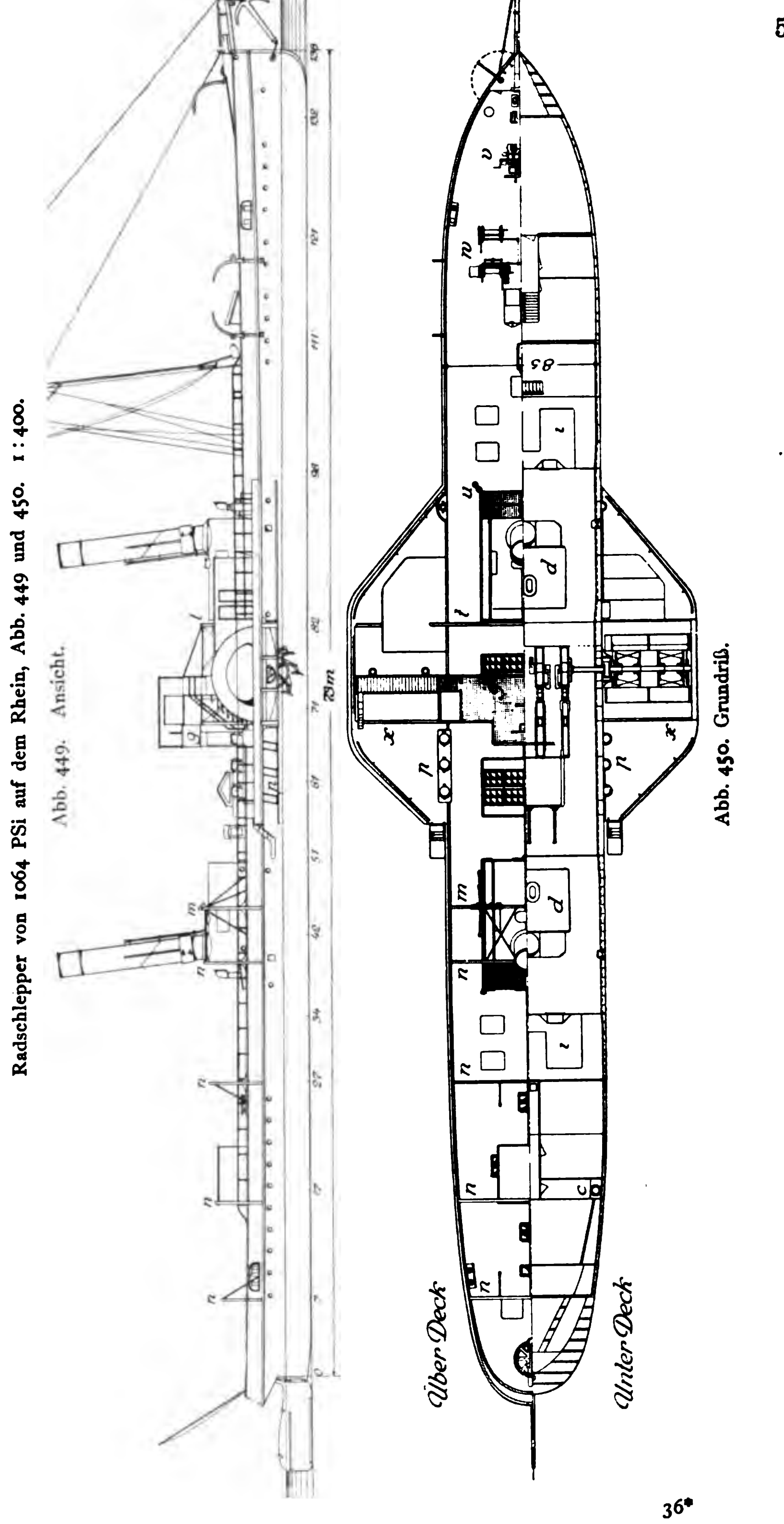


Abb. 449. Ansicht.

Abb. 450. Grundriß.

Rahmenspanten in den Kesselräumen und in den Kohlenbunkern. Zur Längsversteifung dienen außer den Kielschweinen je 1 durchlaufender Seitenstringer etwa in der halben Höhe jeder Bordwand, außerdem noch je 2 Seitenstringer in den Wänden des Maschinenraums, die kräftigen Deckstringerwinkel und das stählerne Deck aus Riffelblech selbst. Zur Querversteifung sind 9 mit Winkeln verstärkte Schottwände, die Deckbalken und im Maschinenraume zwischen diesen noch ein sehr kräftiger, aus Blechen und Winkeln zusammengesetzter Versteifungsträger (Maschinenbalken) vorhanden, gegen den sich die Tatzen des Maschinengestells legen (vgl. Abb. 420 bei *a*).

Die Gewichtsverteilung wird in der Regel so gemacht, daß der Schwerpunkt des Schiffes 100 bis 200 mm hinter der Schiffsmitte (Mitte der Länge zwischen den Loten) und die Kurbelwelle, also die Mitte der Schaufelräder, 2 bis 3 m vor der Schiffsmitte liegen, während die Dampfzilinder nach hinten gerichtet sind. Da bei starken Radschleppern für die schweren Maschinen eine große Wasserverdrängung nötig und der Schiffsraum mithin reichlich groß ist, macht die zweckmäßige Verteilung von Kessel und Bunkern im allgemeinen keine Schwierigkeiten. Die in unserem Beispiel dargestellte Einrichtung hat sich als die zweckmäßigste herausgestellt. Der 12,8 m lange Maschinenraum ist beiderseits durch je eine Schottwand abgeschlossen, in der aber eine wasserdichte Tür vorgesehen ist, damit der Maschinist die in den anstoßenden Kesselräumen tätigen Heizer überwachen kann. In jedem der etwa 8,5 m langen Kesselräume ist je ein Kessel (*d*) frei aufgestellt, so daß er von allen Seiten zugänglich ist. Den Feuerungen gegenüber sind dann die Kohlenbunker (*i*) angeordnet. Die übrig bleibenden Räume im Vorschiff und im Hinterschiff sind zu Kajüten, Vorratsräumen u. dgl. verwendet. Auf Deck sind im Hinterschiff ein kleines Glashaus und an den nach vorne gelegenen Seiten der Radkastentrommeln am Backbord eine Küche und am Steuerbord die Aborte errichtet.

Die Radkasten sind so gebaut, wie es früher beschrieben und dargestellt worden ist (vgl. Abb. 316). Die beiden großen Radkastenträger (*t*) sind in der Höhe der Befehlbrücke mit einander verbunden und gegen die Bordwände in Richtung der Schiffsachse abgesteift. Der hintere Radkastenträger unterstützt mit einem dazwischen angeordneten Träger die Befehlbrücke, auf der das Steuerhäuschen (*g*) aufgebaut ist. Unmittelbar darunter ist auf Deck zwischen den Oberlichtern des Maschinenraums die Dampfsteuerwinde aufgestellt, die vom Steuerhäuschen aus bedient wird und auch für Handbetrieb eingerichtet ist.

Zum Festlegen der Schlepptaue oder Schlepptrossen (am Rhein »Stränge« genannt) dienen die starken aus Stahlblech gebildeten Poller (*p*), von denen beiderseits je 3 fest mit den Bordwänden verbunden sind. Die Trossen (für jedes angehängte Schiff eine besondere) gehen über den versteiften Schleppbock (*m*), über den hinteren Kessel und dann über die Bügel (*n*), die im Hinterschiff aufgebaut sind. Zum Aufholen der schweren, langen Trossen sind im Vorschiff 4 Dampftrossenwinden (*w*) mit gemeinschaftlichem Antrieb aufgestellt, wohin mittels Führungsrollen (*u*) die Trossen auf Deck geleitet werden. Sie werden in diesem Falle nicht an den Pollern festgemacht, sondern durch besondere Trossenklemmen gehalten, die später beschrieben werden sollen. Auf dem Vordeck befindet sich die Dampfankerwinde (*v*) mit Kettenkasten darunter und am Bug beiderseits je ein starker Ankerkran.

In den Abb. 451 bis 456 sind verschiedene Anordnungen des Mittelschiffs mit den Maschinen und der Befehlbrücke dargestellt. Die Einrichtung nach Abb. 451 und 452 ist jetzt bei den großen Radschleppern auf Elbe und Rhein fast allgemein üblich und unterscheidet sich auch nur wenig von der Anordnung auf dem vorbeschriebenen Schiffe: Die Befehlbrücke ist an den vorderen Radkastenträger geschoben und zwischen beiden Trägern mittschiffs eine Steuerbrücke gebildet, die aber auf der Elbe nicht mit einem Häuschen überbaut werden kann, weil die geringe freie Höhe unter den Elbbrücken das nicht erlaubt. Die Anordnung des Maschinenraums mit den beiden Decklichtern und der dazwischen aufgestellten Dampfsteuerwinde dürfte deutlich erkennbar sein. Die vorne stehende Bockwinde dient zum Heben und Umlegen des Kesselschornsteins. (Die dazu gehörende Maschine von 1000 PSi war bereits

in den Abb. 419 und 420 dargestellt. Das Schiff ist 72 m lang, 9 m breit, 2,85 m hoch und hat 1 m Tiefgang.)

Um den Maschinenraum, besonders bei wagerecht angeordnetem Deck, höher und luftiger zu machen, hat man an Stelle der Oberlichter zuweilen

Mittelschiff eines neuen Elbschleppers von 1000 PSi, Abb. 451 und 452. 1 : 150.

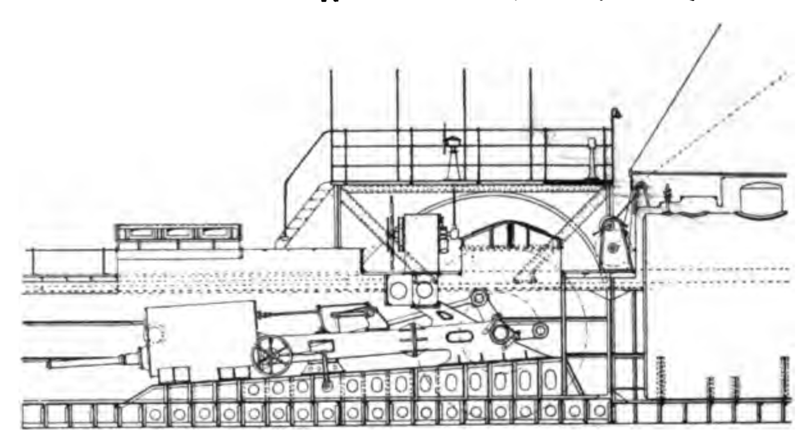


Abb. 451. Längsschnitt.

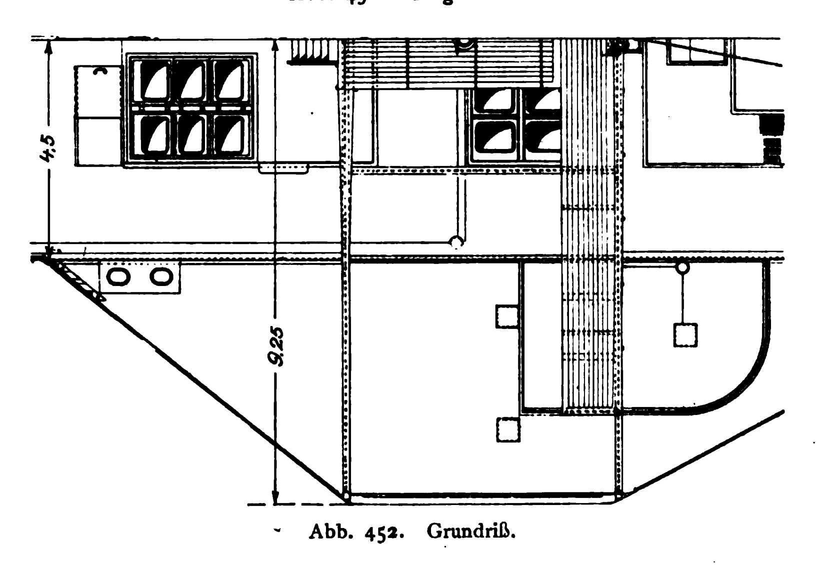


Abb. 452. Grundriß.

einen großen Aufbau (*a*) über der Maschine ausgeführt, wie dies die Abb. 453 bis 455 von einem etwas älteren Elbeschlepper (67 m lang, 8 m breit, 3,3 m hoch und 1 m Tiefgang) erkennen lassen. Innerhalb dieses Aufbaues sind bequeme Gallerien und Treppen vorgesehen. Das Steuerrad ist vor dem Aufbau (bei *b*) etwas erhöht über der Maschine angebracht worden. Das ist nicht zweckmäßig, weil der Steuermann wenig Aussicht nach hinten hat.

Dies Schiff ist übrigens, was früher öfter gewählt wurde, mit 4 Dampfkesseln versehen, von denen je 2 vor und hinter der Maschine neben einander liegend angeordnet sind (vgl. den Querschnitt Abb. 314).

Mittelschiff eines älteren Elbschleppers von 700 PSi, Abb. 453 bis 455. 1 : 200.

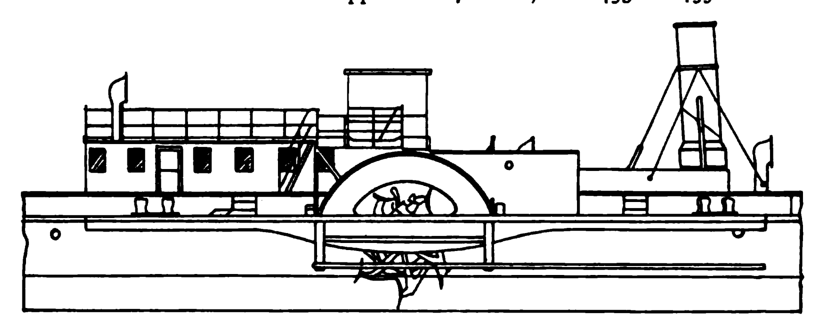


Abb. 453. Ansicht.

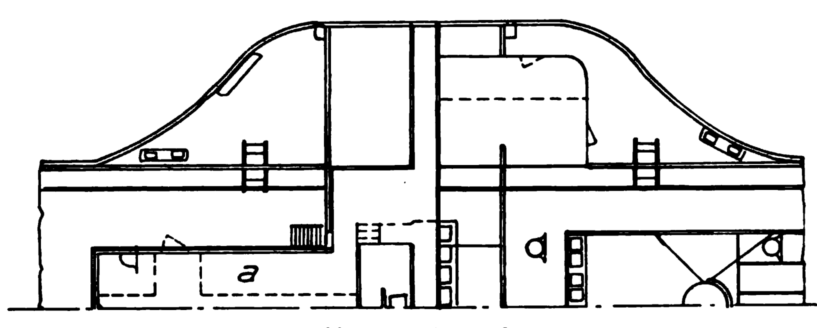


Abb. 454. Grundriß.

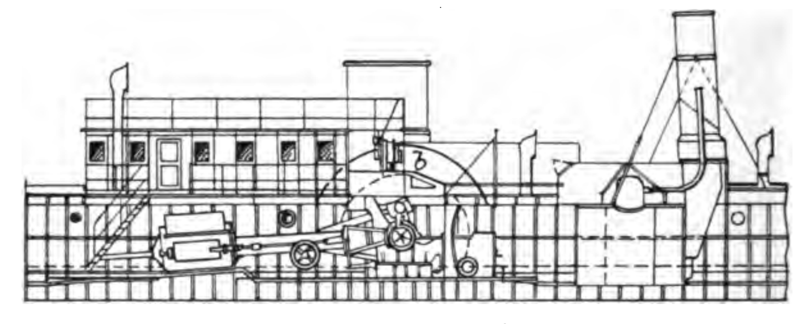


Abb. 455. Längsschnitt.

Ähnliche große Aufbauten nicht nur über der Maschine, sondern auch über den Kesseln zeigen neuere große Donauschlepper, von denen in der Abb. 456 ein Längenschnitt durch das Mittelschiff dargestellt ist[1]). Das auf

---

1) Suppan, Über Schiffahrt auf seichten Flüssen. Bericht zum achten internat. Schiff.-Kongreß. Paris 1900.

diese Weise entstandene große Oberdeck ist bis über die beiden Radkasten ausgedehnt (vgl. den Querschnitt, Abb. 315). Etwa über der Maschine ist ein Steuerhäuschen (*g*) errichtet, wo das auf der Donau eingeführte sogenannte Patentsteuer (Abb. 293) steht. Seitlich davon ist die Trossenwinde (*w*) aufgestellt, von der das Schlepptau über den Schleppbock (*m*) nach hinten geht. Beachtenswert ist bei diesem Schiffe, dass die Kessel (*d*) umgekehrt liegen, so dass ihre Feuerungen (und auch die Schornsteine) nach dem Maschinenraum gerichtet sind. Die Kohlenbunker sind zwischen den Kesseln und den Bordwänden angeordnet. (Das Schiff ist 60 m lang, 8 m breit und hat 1 m Tiefgang.)

Die stärksten Radschlepper haben auf dem Rhein bei 1600 bis 1700 PSi eine Länge von 75 m, eine Breite von 9 m über den Spanten und 21 m über den Radkasten, eine Seitenhöhe von 3,3 m und einen Tiefgang von 1,3 m;

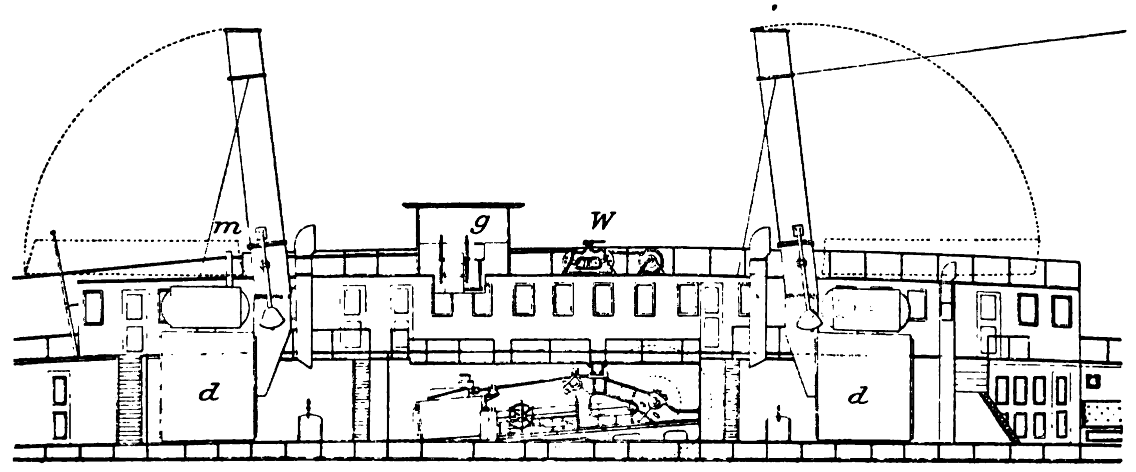


Abb. 456. Mittelschiff eines Donauschleppers von 600 PSi 1 : 220.

auf der Elbe bei 1000 bis 1100 PSi eine Länge von 72 m, eine Breite von 9 m über den Spanten und 18,7 m über den Radkasten, eine Seitenhöhe von 2,9 m und einen Tiefgang von 1 m; auf der Weser bei 500 bis 550 PSi eine Länge von etwa 57 m, eine Breite über den Radkasten von 12 m und einen Tiefgang von 0,8 m. Der stärkste Schlepper auf der Donau (»Deutschland«) hat bei 1000 PSi eine Länge von 63 m, eine Breite von 8,3 m über den Spanten und 19 m über den Radkasten, eine Seitenhöhe von 2,98 m und einen Tiefgang von 1,25 m. Der stärkste Schlepper auf der Wolga (Abb. 457) hat bei 2000 PSi eine Länge von 74,5 m, eine Breite von 10,7 m, eine Seitenhöhe von 4 m und einen Tiefgang von 1,6 m.

Die Personendampfer mit Seitenrädern waren die ältesten Dampfschiffe und in dem geschichtlichen Rückblick ist mitgeteilt worden, wie sie bis zur Einführung der Eisenbahnen auf fast allen schiffbaren Binnenwasserstraßen die gleichzeitige Beförderung von Personen und Gütern ver-

mittelt haben. Seitdem hat die Benutzung von Dampfschiffen für den Geschäfts- und Durchgangsverkehr in Deutschland und Mitteleuropa fast ganz aufgehört. Selbst der früher recht lebhafte Verkehr von Personendampfern in den Flußmündungen und Niederungen, namentlich zwischen Orten, die am bequemsten auf dem Wasserwege zu erreichen waren, hat jetzt nur noch die Bedeutung eines Ortsverkehrs, da die Eisenbahnen allmählich überall hin-



Abb. 457. Schleppdampfer auf der Wolga von 2000 PSi.

gedrungen sind. Ein solcher Ortsverkehr besteht auch noch auf den meisten großen deutschen Strömen, besonders in der Nähe großer Städte. Abgesehen von den oben erwähnten Schraubendampfern in der Nähe von Berlin, besteht eine bedeutende Flotte von Personenraddampfern auf dem mittleren Rhein und auf der oberen Elbe, die einen beträchtlichen Verkehr von Vergnügen

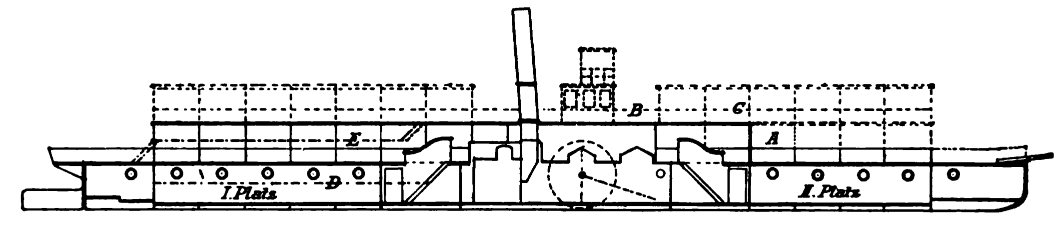


Abb. 458. Anordnung der Personendampfer.

und Erholung suchenden Fahrgästen vermitteln. Außerhalb Deutschlands sind ferner die zahlreichen Raddampfer auf den schweizerischen und italienischen Seen zu erwähnen.

Alle erwähnten Personenschiffe sind im allgemeinen nur für kürzere Reisen eingerichtet. Die Anordnung hat sich etwa nach der in Abb. 458 skizzierten Weise entwickelt. Da diese Dampfer gewöhnlich nur schwache Maschinen bekommen, genügen meistens einer oder ausnahmsweise zwei neben einander

gelegte Kessel, die behufs guter Gewichtsverteilung in der Regel hinter dem Maschinenraum angeordnet werden. Die Maschinen werden meistens so aufgestellt, daß die Zilinder vor der Welle und diese sowie die Mitten der Schaufelräder einige Meter vor dem Schwerpunkt, also vor der Mitte liegen. Um an Raum zu sparen, werden die Maschinen möglichst kurz gehalten und die Kohlenbunker zwischen Kessel und Bordwänden eingerichtet. Das Deck wird fast immer wagerecht gehalten und bekommt gewöhnlich nur im Vorschiff einen kleinen Sprung, hinten selten. Es wird in der Regel aus Holz gefertigt. Unter Deck ist die Einrichtung fast überall dieselbe: hinten eine große Kajüte für die erste, vorne desgleichen für die zweite Klasse. Neben den in der Längsachse angeordneten Treppen entstehen 4 kleinere Räume, die in verschiedener Weise als Kajüten für die Besatzung, als Damen- oder Rauchzimmer oder zu Wirtschaftszwecken verwendet werden. An den beiden Enden des Schiffes sind noch Räume für die Mannschaft und zu Vorräten u. dgl. vorhanden. Auf Deck werden in der Regel die Radkastentrommeln beiderseits mit Anbauten versehen, in denen die Küchen, die Aborte, Kasse usw. untergebracht werden. Das Vordeck dient zur Aufnahme von Gütern, Vieh und für die Fahrgäste zweiter Klasse; das Hinterdeck wird selbst in den einfachsten Verhältnissen stets mit einem Zelt überdeckt und mit Bänken und Tischen für die Fahrgäste erster Klasse ausgerüstet. Um Vor- und Hinterschiff wird entweder eine leichte Reling oder ein festes Schanzkleid gezogen.

Diese einfachste Form ist in der vorstehenden Skizze mit schwarzen Linien ausgezogen. Bei höheren Ansprüchen wird auf dem Hinterdeck ein mehr oder weniger umfangreicher und vornehmer Aufbau errichtet, der meistens als Speisesaal dient. Dann wird bei weiterer Entwicklung das Deck dieses Aufbaues nach vorne verlängert bis zur Vorderseite der Radkasten oder auch bis *A*, wodurch ein geschützter Raum für Fahrgäste zweiter Klasse entsteht. Diese Anordnung ist sehr beliebt und gibt den Vorteil, daß der Raum zwischen den Radkasten ganz überdeckt ist und man die Oberlichter des Maschinenraums durch eine große freie Öffnung ersetzen kann, die mit einem Schutzgeländer umgeben wird. Bei noch weiter gehenden Ansprüchen wird der vordere Aufbau weiter nach dem Bug zu verlängert, das so entstandene vollständige Oberdeck wieder mit Reling und Zelt versehen und schließlich zuweilen in seiner Mitte (über dem Maschinenraum) ein kleines Rauchzimmer aufgebaut, auf dessen Deck die Befehlbrücke mit einem kleinen Häuschen angeordnet wird.

Zuweilen findet man eine etwas andere Einteilung, namentlich auf den schweizerischen Seen. Da die hintere Kajüte unter Deck wenig benutzt wird, läßt man sie fortfallen und legt den Fußboden (*D*) und das Deck (*E*) des hinteren Aufbaues entsprechend tiefer (gestrichelte Linien) Die Verbindung mit dem hinteren Hauptdeck und mit dem Oberdeck über dem Mittelschiff muß dann durch Treppenanlagen vermittelt werden.

Oft wird das ganze Hauptdeck, von beiden Steven an gleichmäßig zunehmend bis zu den Radkastenbalken verbreitert, um für die Schiffsmannschaft, die Fahrgäste und unter Umständen auch für die Aufbauten mehr Raum zu gewinnen. Die sich frei tragenden Teile des Decks werden dann durch Konsolen gegen die Bordwände abgestützt.

Ein Beispiel ist in den Abb. 459 und 460 mitgeteilt, die einen Personendampfer für den Ortsverkehr in Budapest darstellen[1]). Dies auf der dortigen Werft der k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrt-Gesellschaft gebaute Schiff ist 58 m lang, 6,5 m über den Spanten und 11,8 m über den Radkasten breit, 1,9 m bis zum unteren Deck hoch und hat einen Tiefgang von 0,95 m. Bug und Heck sind ganz gleich gebaut und beide mit einem Ruder versehen, so daß man ohne zu wenden nach beiden Richtungen fahren kann. Der mittlere Teil des ganzen Schiffes ist in Eisen bis zu 2,9 m Höhe über dem Boden fest überbaut, so daß der Maschinenraum und die Kajüten darunter Platz finden. Auf dem Hauptdeck befinden sich einige kleinere Aufbauten, in

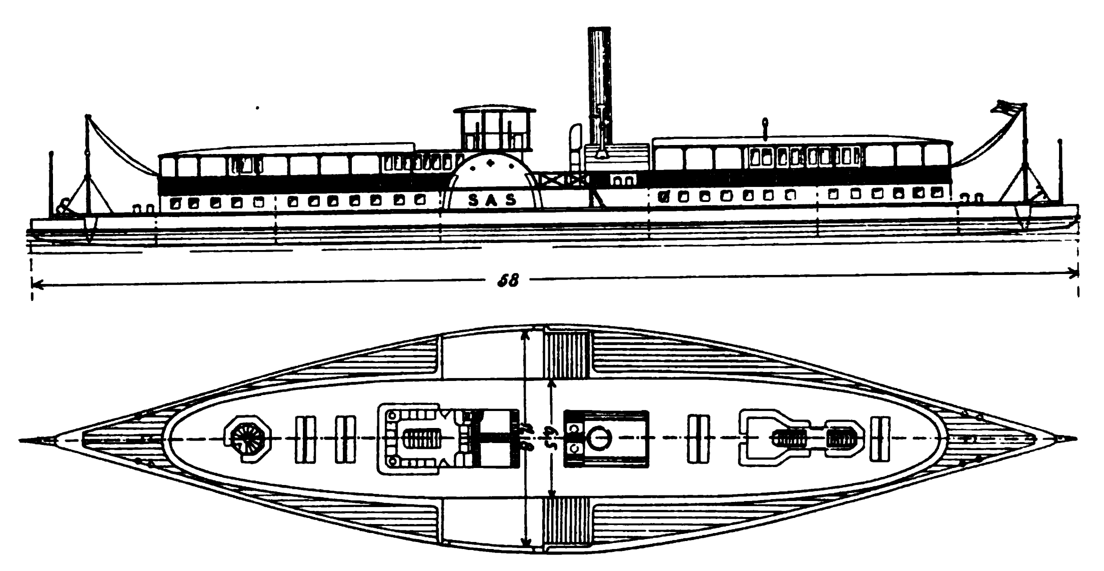


Abb. 459 und 460. Personendampfer mit 370 PSi für den Ortsverkehr in Budapest.

denen auch die Treppen untergebracht sind, während der Raum für die beiden Steuerwinden auf dem Deck über dem Maschinenraum-Überbau angeordnet ist. Die Maschine leistet etwa 365 Pferdestärken.

Alle Aufbauten der Personendampfer werden in der Regel, mit Ausnahme der Deckbalken, ganz aus Holz mit mehr oder weniger künstlerischer Ausschmückung hergestellt. Die Decken der großen Säle werden durch Unterzüge und Säulen gestützt. Die Steuerwinde wird gewöhnlich auf dem oberen Deck bei *B* oder bei *C* (Abb. 458) aufgestellt und mit einer Schutzwand (Steuerschirm) mit oder ohne Dach versehen. Der innere Ausbau der Kajüten richtet sich nach dem Geschmack des Bestellers und den Ansprüchen der Fahrgäste.

1) Bela von Gonda, Die ungarische Schiffahrt. Budapest 1899.

Auf dem Rhein haben besonders die vereinigten Kölnische und Düsseldorfer Gesellschaften es verstanden, durch vornehm und behaglich ausgestattete Räume und treffliche Verpflegung die Reisenden anzuziehen. Ihre Schiffe sind immer größer und schneller geworden.

In Abb. 461 ist der im Jahre 1899 von Gebr. Sachsenberg erbaute Schnelldampfer »Kaiserin Auguste Viktoria« dargestellt, der zwischen den Loten 83 m lang, über den Spanten 8,2 m und über den Radkasten 15,3 m breit, 2,9 m hoch ist und einen Tiefgang von 1,17 m hat. Das Schiff hat scharfe Formen (Völligkeitsgrad $\alpha = 0,73$ und $\delta = 0,634$) und legt mit 1250 Pferdestärken der Verbundmaschine (Abb. 417 u. 418) in regelmäßiger Fahrt den Weg von Köln bis Mainz in 11,5 Stunden zurück. Zur Ersparnis an Raum und Gewicht sind 4 Wasserrohrkessel nach der Bauart Dürr verwendet worden. Neben der etwa in gleichen Abmessungen und zu



Abb. 461. Personendampfer »Kaiserin Auguste Viktoria« auf dem Rhein mit 1250 PSi.

gleicher Zeit in Holland gebauten »Borussia« ist es das glänzendste und schnellste Schiff auf dem Rhein. Im Jahre 1912 werden zwei neue Schnelldampfer (»Kaiser Wilhelm II.« und »Blücher«) in Dienst gestellt werden, die von Gebr. Sachsenberg gebaut sind und nahezu gleiche Abmessungen und die gleiche Maschinenstärke erhalten haben. (80 und 82 m lang, 8,5 m breit und etwa 1,1 m Tiefgang.)

Die Sächsisch-Böhmische Gesellschaft in Dresden, über die im geschichtlichen Rückblick (S. 118) einige Mitteilungen gemacht worden sind, ist gleichfalls unablässig bemüht, ihre Personendampfer den heutigen erhöhten Ansprüchen anzupassen. Sie arbeitet aber unter schwierigeren Verhältnissen, weil bei den geringen Wassertiefen der oberen Elbe ihre Schiffe keinen größeren Tiefgang als 0,6 bis höchstens 0,9 m haben dürfen und darum in ihrem Gewicht so viel als möglich beschränkt werden müssen. Auch erlauben die

Krümmungen des Stromes und die kleine Fahrwasserbreite nur die Verwendung von verhältnismäßig kurzen Schiffen.

Im Jahre 1900 hat die Gesellschaft einen schönen großen Dampfer »Kaiser Wilhelm II.« in Betrieb gestellt (Abb. 462), der zwischen den Loten 57,25 m lang, über den Spanten 5,25 m und über den Radkasten 11,1 m breit, 2,27 m hoch ist und einen Tiefgang von 0,6 m in leerem und von 0,91 m in beladenem Zustande hat. Er ist mit großem Aufbau im Mittelschiff und Oberdeck versehen, aber nicht so scharf gebaut wie die vorerwähnten Rheinschiffe (der Völligkeitsgrad δ ist 0,772). Mit 243 Pferdestärken soll er eine Geschwindigkeit von etwa 20 km (Mittel aus Berg- und Talfahrt) erreichen und kann 850 Personen aufnehmen. Die Gesellschaft baut ihre Schiffe auf der eigenen Werft in Laubegast.

Auf der mittleren und unteren Donau hat die Erste Donau-Dampfschiffahrt-Gesellschaft etwa 50 Jahre lang einen bedeutenden durchgehenden Personenverkehr vermittelt (vgl. S. 143), der aber seit etwa 20 Jahren infolge des Wettbewerbs der orientalischen Eisenbahnen langsam abnimmt. Auch



Abb. 462. Personendampfer »Kaiser Wilhelm II.« auf der oberen Elbe mit 240 PSi.

andere später entstandene Schiffahrtgesellschaften haben an diesem Geschäft teilgenommen. Es ist dazu eine große Zahl schöner und schnellgehender Raddampfer gebaut worden, die mit den für weite Reisen erforderlichen Bequemlichkeiten, Schlafräumen u. dgl. ausgerüstet sind.

Abb. 463 zeigt ein kleines Bild von einem im Jahre 1895 auf der Werft »Danubius« in Budapest erbauten Dampfschiffe »Franz Josef I.«, das der Ungarischen Fluß- und Seeschiffahrt-Aktiengesellschaft gehört. Es ist 75 m zwischen den Loten lang, 7,7 m über den Spanten und 15 m über den Radkasten breit, 2,7 m hoch und hat mit Kohlen und 200 Fahrgästen einen mittleren Tiefgang von 1,3 m; doch bietet das Schiff für 900 Fahrgäste und noch etwa 500 t Güter genügenden Raum. Der Völligkeitsgrad der Wasserverdrängung (δ) beträgt 0,70. Die Maschine von 840 Pferdestärken gibt dem vorne scharf gebauten Schiffe bei gutem Wasserstande auf der Strecke zwischen Bazias und Belgrad bei der Bergfahrt eine Geschwindigkeit von 22 km und bei der Talfahrt eine solche von 31 km je Stunde, im Mittel also 26,5 km. Bemerkenswert ist, daß man zur Raumersparnis zwei nebeneinander liegende Doppelkessel mit 2 Schornsteinen gewählt hat. Die Kessel liegen im Vorschiff, vor dem Maschinenraum, so daß die Mitte der Schaufelräder sich hinter der Mitte und hinter dem Schwerpunkt des Schiffes befinden. Das findet man auf der Donau häufig. Das Steuerhäuschen ist auf dem Oberdeck des Vorschiffs aufgestellt.

Anders wie die Donau bildet die Wolga noch heute eine sehr belebte Wasserstraße, deren Personenverkehr durch die Eisenbahnen nicht merklich

beeinflußt worden ist. Es bestehen dort 10 große Schiffahrtgesellschaften, die mit zusammen mehr als 200 großen Dampfschiffen einen regelmäßigen Betrieb unterhalten. Alle diese großen Raddampfer dienen gleichzeitig zur Beförderung von Gütern, die meistens unter dem Hauptdeck verstaut werden, während sich die für die Fahrgäste erforderlichen Schlaf- und Wohnräume



Abb. 463. Personendampfer »Franz Josef I.« auf der Donau mit 840 PSi.

in mehr oder weniger ausgedehnten Aufbauten befinden. Fast alle Schiffe sind mit einem Oberdeck versehen, auf dem die Kajüten für die erste und zweite Klasse errichtet sind, während die dritte und vierte Klasse auf dem Hauptdeck untergebracht sind. Es ist für weitgehende Bequemlichkeit gesorgt, überall findet man elektrische Beleuchtung, Baderäume, eine Apotheke und



Abb. 464. Dampfer »Marie Theodorowna« auf der Wolga mit 950 PSi.

eine Bücherei. Es werden meistens weite Strecken von den Fahrgästen zurückgelegt: es dauert z. B. eine Talfahrt von Nishnij-Nowgorod bis Astrachan $5\frac{1}{2}$ bis 6 Tage und die Rückfahrt zu Berg $6\frac{1}{2}$ bis 7 Tage.

In der Abb. 464 ist der Dampfer »Kaiserin Maria Theodorowna« dargestellt, der 85 m lang ist und 950 Pferdestärken hat, und in Abb. 465 sieht man links neben einer schwimmenden Haltestelle den Dampfer »Feldmarschall Ssuworoff« liegen, der 87,2 m lang ist, 1500 Pferdestärken hat und 1400 Fahrgäste aufnehmen kann. Diese Bauart ist allgemein verbreitet und vielleicht

besonders deutlich aus der Abb. 466 zu ersehen, die den Dampfer »Graf Leo Tolstoi« darstellt. Die Dampfer sind aus Stahl und Eisen gebaut; aber die Mehrzahl der russischen Dampfschiffe wird heute noch aus Holz hergestellt.

In Abb. 467 ist ein auf dem Nil verkehrender Raddampfer dargestellt[1]), der vorwiegend dem Verkehr von Vergnügungsreisenden dient und in seinem



Abb. 465. Dampfer »Feldmarschall Szuworoff« auf der Wolga mit 1500 PSi.

Aufbau eine gewisse Ähnlichkeit mit den Wolgaschiffen zeigt. Auch auf dem Tigris gibt es eine Reihe stattlicher Raddampfer, die im Auftrage der türkischen Regierung zum größten Teil von John Cockerill auf der Werft in Antwerpen gebaut wurden.



Abb. 466. Dampfer »Leo Tolstoi« auf der Wolga.

Im Jahre 1908 sind z. B. zwei Schiffe in Dienst gestellt worden, die 64 m zwischen den Loten lang, 10,67 m über den Spanten und 18 m über den Radkasten breit, 2,87 m hoch sind und einen Tiefgang von 1,32 m haben. Sie sind in gleicher Weise mit 2 übereinander liegenden Decks gebaut wie die vorbeschriebenen Schiffe. Die eigentümliche Anordnung der einzeln beweglichen Schaufelräder wurde auf S. 542 erwähnt. Die Dampfer erreichen mit 850 Pferdestärken in stillem, tiefem Wasser eine Geschwindigkeit von 22,2 km je Stunde, sollen aber nebenbei auch zum Schleppen benutzt werden.

1) Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1908.

Ebenso verkehren auf den indischen und chinesischen Strömen große Personenraddampfer, über die nähere Nachrichten nicht vorliegen.

In hervorragender Weise haben sich die Raddampfer auf den Strömen Nordamerikas entwickelt.



Abb. 467. Dampfer »Egypt« auf dem Nil.

In Abb. 468[1]) ist der Dampfer »Pilgrim« dargestellt, der im Jahre 1883 für die Fahrt auf dem Hudson zwischen New-York und Albany gebaut wurde. Er ist über alles 119 m lang, über den völlig überbauten Radkasten 26,8 m breit, 4,67 m hoch und hat eine Maschine von 5300 Pferdestärken. Diese ist nach älterer amerikanischer Sitte (vgl. S. 154) mit stehendem Zilinder und oben liegendem Balancier angeordnet, den man auf dem Bilde deutlich über das oberste Deck hervorragen sieht. Diese Maschinen boten die großen Vorteile, daß die Zilinder



Abb. 468. Dampfer »Pilgrim« auf dem Hudson mit 5300 PSi.

sich sehr wenig abnutzten, daß der Gang der Maschinen ruhig und gleichmäßig war und daß die ganze Anlage in der Schiffsmitte wenig Raum erforderte. Die Schaufelräder mit festen Schaufeln haben sehr große Durchmesser, 12 bis 13 m, und geben den Schiffen mit wenig Umdrehungen (17 bis 23) große Geschwindigkeiten von 28 bis 30 km je Stunde. Die Aufbauten sind denen der Wolgaschiffe ähnlich, aber mit noch mehr Pracht und Behaglichkeit ausgestattet. In dieser Beziehung ist man in Amerika immer weiter gegangen. Abb. 469[2]) zeigt ein neueres Schiff »Adirondack«, das gleichfalls auf dem Hudson verkehrt und mit 4 übereinander liegenden

1) Aus Rühlmann-Flamm.
2) Aus Suppan, Wasserstraßen und Binnenschiffahrt.

Decks versehen ist. Beachtenswert ist der große auf dem Bilde erkennbare Versteifungsträger mit oberer gekrümmter Gurtung, der früher (vor 1880), als man die Schiffe in der Regel noch aus Holz baute, in Amerika sehr üblich war und auch in Deutschland zuweilen angewendet wurde. Die Schaufelräder haben einen äußeren Durchmesser von 10,5 m und die Schaufeln von je 4,35 m Breite und 1,5 m Höhe sind aus gekrümmtem Stahlblech beweglich hergestellt.

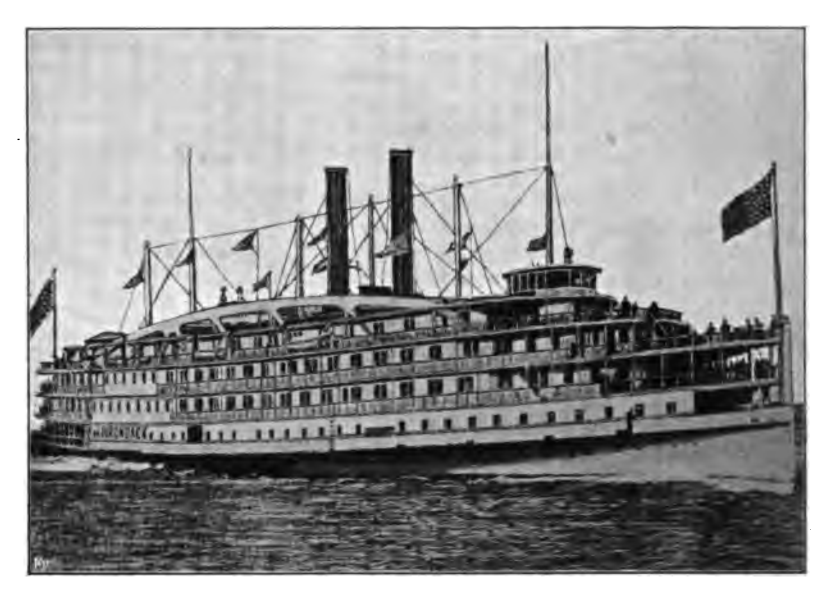


Abb. 469. Dampfer »Adirondack« auf dem Hudson mit 7700 PSi.



Abb. 470. Dampfer »Priscilla« mit 9000 PSi auf dem Hudson.

Bei 22 Umdrehungen und einer Maschinenleistung von 7700 Pferdestärken wurde bei der Probefahrt eine Geschwindigkeit von 34 km je Stunde erreicht. Mitte der neunziger Jahre wurde die »Priscilla« in Dienst gestellt, ein Schiff von ganz besonderer Pracht und Größe, das nach europäischer Art mit einer schräg liegenden Maschine ausgerüstet worden ist. Es ist zwischen den Loten 129,2 m und über alles 134,4 m lang, über den Spanten 16 m und über den Radkasten 28,4 m breit, 6,3 m hoch und hat einen Tiefgang von 3,8 m (Abb. 470)[1]. Bei einer Probefahrt

1) Aus Rühlmann-Flamm.

erreichte das Schiff mit 23 Umdrehungen je Minute und 9000 Pferdestärken eine Geschwindigkeit von 37 km je Stunde. Es ist aber zu beachten, daß diese Probefahrten stets in sehr tiefem Wasser stattgefunden haben.

Auf dem Mississippi und auf den großen Seen verkehren ähnlich gebaute große Radschiffe.

Es war schon darauf hingewiesen, daß die meisten Personenraddampfer in größerem oder kleinerem Umfange zugleich der Güterbeförderung dienen. Da in Deutschland der Personenverkehr meistens nur im Sommer während der günstigen Jahreszeit stattfindet, werden die Schiffe im allgemeinen wenig ausgenutzt. Aus diesem Grunde haben z. B. die Vereinigten Kölnische und Düsseldorfer Dampfschiffahrt-Gesellschaften eine Reihe von Raddampfern (bis zu 750 PSi) gebaut, die nur zum Teil mit vornehm ausgestatteten Aufbauten für die Fahrgäste versehen sind und deren Schiffsraum nur zum Teil zu Kajüten verwendet, im übrigen jedoch als Laderaum eingerichtet ist, so daß diese Schiffe (Halbsalondampfer genannt) außerhalb der Reisezeit in zweckmäßiger Weise als Güterdampfer benutzt werden können. Andere, lediglich für den Güterverkehr bestimmte Raddampfer werden am Rhein jetzt nur selten gebaut. Aber auf der Elbe, deren Wassertiefe im mittleren und oberen Laufe für Schrauben noch nicht genügt, besteht ein lebhafter Verkehr von Eilgüterdampfern mit Seitenrädern zwischen Hamburg und Dresden und noch weiter hinauf bis Laube-Tetschen.

Die »Vereinigten Elbschiffahrt-Gesellschaften« in Dresden besitzen eine Reihe von Güterdampfern mit Seitenrädern, die zur Bergfahrt von Hamburg bis Magdeburg 2 1/2, bis Dresden 5 Tage brauchen und dabei, je nach dem Wasserstande, besonders auf den unteren Strecken noch 2 bis 4 Lastschiffe schleppen.

In den Abbildungen 471 bis 473 ist ein im Jahre 1910 auf der Werft Uebigau gebauter Güterdampfer dargestellt, der eine Länge von 67 m zwischen den Loten, eine Breite von 7,4 m über den Spanten und 13,65 m über den Radkasten, eine Seitenhöhe von 3,1 m und ohne Ladung mit 25 t Kohlen einen Tiefgang von 0,8 m hat. Die Völligkeit der Verdrängung ist 0,88 und die der obersten Wasserlinie 0,91. Bei einer Tauchtiefe von 1,2 m beträgt die Tragfähigkeit 182 t und bei 1,45 m 300 t. Der Wirkungsgrad der Räder, die einen äußeren Durchmesser von 3,74 m und je 8 gekrümmte eiserne Schaufeln von 2,5 m Breite und 0,77 m Höhe haben, dürfte aber bei größerem Tiefgang als 1,2 m schnell abnehmen, weil dann die Schaufeln sehr tief eintauchen.

Der für Maschine, Kessel und Kohlenbunker (*i*) beanspruchte Raum beträgt nur 9 + 6 + 2,5 = 17,5 m Länge, während 37,5 m der Schiffslänge für 4 Laderäume benutzt sind, von denen je 2 im Vorschiff und im Hinterschiff liegen. Sie sind durch je eine Schottwand (*a*) getrennt, über denen in eisernen Köchern die Lademaste stehen. Die 4 Luken sind 4,5 · 3,5 m groß. Das Deck ist mittschiffs wagerecht bis zu den Lademasten und fällt von dort nach dem Vorsteven um 0,3 m, nach dem Hintersteven um 0,5 m. Am Vorschiff wie am Hinterschiff sind Schanzkleidungen und längs der Laderäume offene Relinge angeordnet. Die Dreifach-Expansionsmaschine entwickelt bei einer Dampfspannung von 15 kg, einer Füllung von 0,55 und 30 Umdrehungen 400 PSi. Die beiden nebeneinander liegenden Kessel haben zusammen 150 m² Heizfläche. Der Kohlenverbrauch ist 0,8 kg.

Die über den Radkasten angeordnete Befehlbrücke (Abb. 473) liegt in der Mitte des Schiffs nur 1,4 m über dem Deck. Sie ist darum an den Seiten unterbrochen, um an den Radkasten 1,9 m hohe frei Durchgänge zu gewinnen. Die Dampfsteuerwinde steht auf dem Deck, kann aber auch von dem auf der Befehlbrücke aufgestellten Steuerhäuschen (*g*) bedient werden. Bei

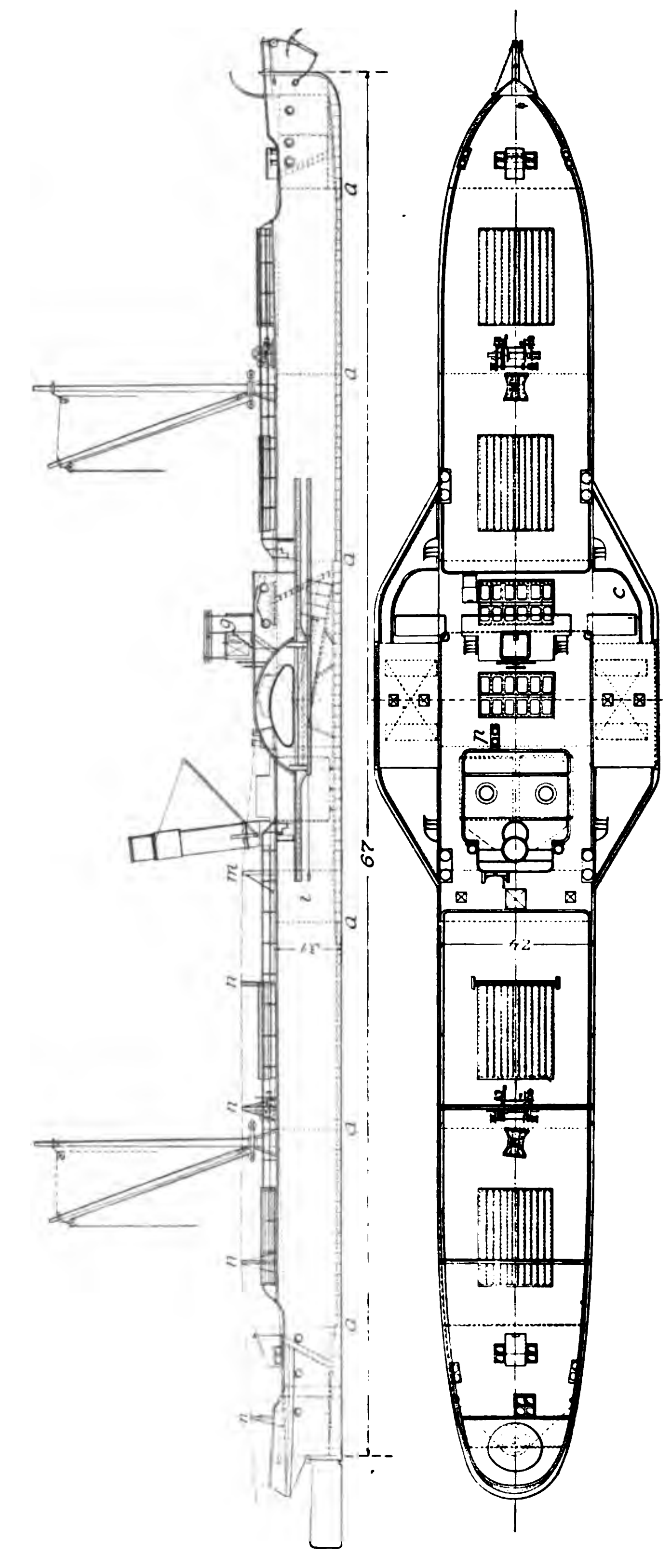


Abb. 471 und 472. Güterdampfer mit Seitenrädern und 400 PSi auf der Elbe 1 : 350.

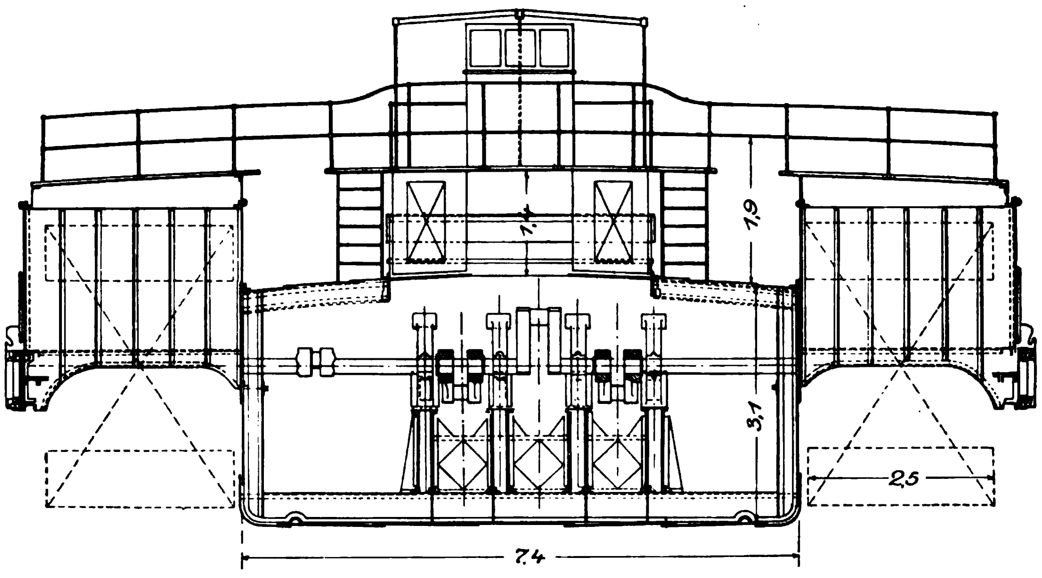


Abb. 473. Güterdampfer mit Seitenrädern, Querschnitt 1 : 100.

den Lademasten sind Dampfladewinden angeordnet. Zum Schleppen sind mittschiffs auf Deck besondere Poller (*p*), hinter dem Kessel der Schleppbock (*m*) und über dem Hinterschiff die Schleppbügel (*n*) angebracht. (Dies weicht von der üblichen Einrichtung ab; vgl. S. 587.)

Auch auf der oberen Donau verkehren solche Güterdampfer mit Seitenrädern (170 t Tragfähigkeit bei 1,5 m Tiefgang mit 500 PSi).

Heckraddampfer.

Über die Heckraddampfer älterer Art und die heute noch auf ungeregelten Flüssen in den Kolonien üblichen leichten Schiffe ist bei der Besprechung des Heckrades selbst (S. 450) einiges mitgeteilt worden. In Deutschland werden Heckräder vorwiegend bei Schleppdampfern gewählt, die auf seichten Flüssen verkehren und Schleusen von beschränkter Breite durchfahren sollen.

In den Abbildungen 474 und 475 ist ein neueres Schiff dieser Art dargestellt, das im Jahre 1910 auf der Werft von Cäsar Wollheim in Breslau gebaut ist. Es ist 50 m zwischen den Loten und 52 m über alles lang, 7,84 m über den Spanten, 8 m über den Scheuerleisten und 8,2 m über den Radkasten breit, 2,25 m hoch und hat mit 20 Tonnen Kohlen einen Tiefgang von 0,9 m. Mit diesen Abmessungen ist es noch möglich, die wichtigsten Schleusen der märkischen Wasserstraßen zu durchfahren. Die Form des Vorschiffs ist sehr völlig: Der Bug ist über Wasser fast ein Halbzilinder, unter Wasser löffelförmig, ähnlich wie die Linienrisse Abb. 234. Das Heck hat die schon oben (S. 453) beschriebene Form. Der Völligkeitsgrad der Wasserverdrängung (δ) ist 0,838, der der obersten Wasserlinie (α) 0,86, das Mittelschiff hat gleichlaufende senkrechteWände mit abgerundeter Kimm. Der Schiffsboden besteht außer dem Maschinenraum durchweg aus gleich hohen Bodenwrangen in gleichem Abstande von 550 mm, die unter den Kesseln verstärkt sind. An jedem vierten bis sechsten Spant sind Rahmenspanten angeordnet und die mit diesen verbundenen Wrangen laufen querschiffs durch, während die übrigen am Mittelkielschwein gestoßen sind. Außer diesem Mittelkielschwein sind noch 2 vollständige Kielschweine vorhanden. Die Querversteifung wird außer den Rahmenspanten durch 6 Schottwände (*a*) bewirkt. Die bei

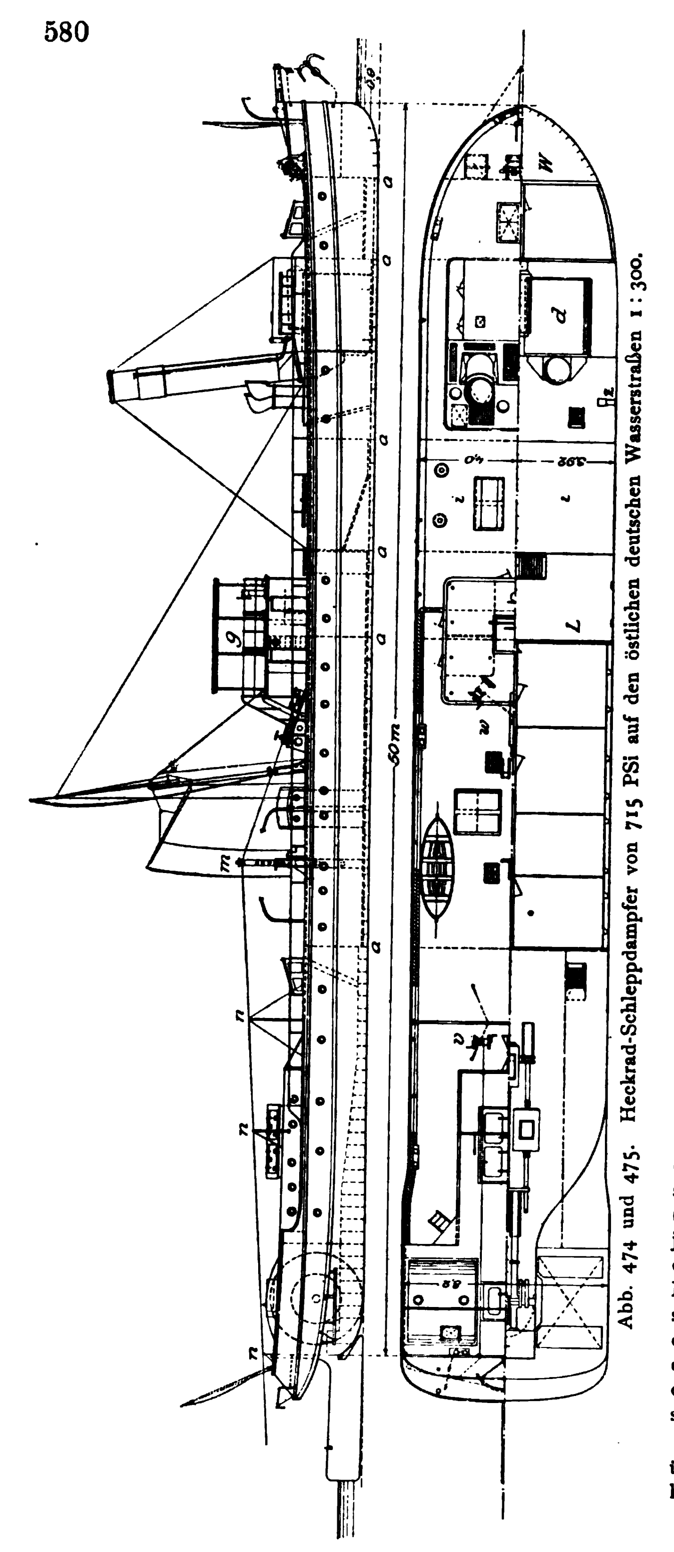


Abb. 474 und 475. Heckrad-Schleppdampfer von 715 PSi auf den östlichen deutschen Wasserstraßen 1 : 300.

diesen Schiffen sehr wichtige Längsversteifung wird neben der Blechhaut und dem stählernen Deck besonders durch die 3 erwähnten Kielschweine, durch 3 Deckunterzüge, durch je einen Seitenstringer an Backbord und Steuerbord und vor allem durch ein durch Winkel verstärktes Mittelschott erreicht, das in der Längsachse zwischen dem Maschinenraum und dem Kesselraum angeordnet und mit dem mittleren Kielschwein und dem mittleren Deckunterzug verbunden ist. Anschließend an dieses Mittelschott ist sowohl im Maschinen- wie im Kesselraume unter dem Unterzug noch ein starker Träger befestigt, der durch Schrägstäbe aus Winkeln und ⊔-Eisen gegen den Boden abgesteift wird. Zur weiteren Längsversteifung ist im Mittelschiff beiderseits der 6 mm starke Schergang 300 mm hoch über Deck hinaufgeführt und dient zugleich als Schanzkleid. Im Vor- und Hinterschiff schließen sich daran leichte und zum Teil höher gebaute Schanzkleider an. Auf dem niedrigen Schanzkleid ist eine leichte Reling angebracht. Zum Gewichtsausgleich bei geleerten Bunkern ist im Vorschiff ein Wasserballastraum (*W*) von 10 t Inhalt vorgesehen; zwischen den beiden vordersten Schotten liegen unter Deck die Kajüten für die Bootsleute und Heizer; zwischen den beiden folgenden Schotten befinden sich die beiden Kohlenbunker (*i*); daran schließen sich ein Laderaum (*L*) und 4 weitere Kajüten auf jeder Seite des durch Türen durchbrochenen Mittelschotts. Es folgt dann der große Maschinenraum mit dem Schwanzende des Schiffskörpers und den Radkasten, deren Bauart oben (Abb. 322 bis 324) dargestellt ist.

Auf Deck ist im Vorschiff über dem Laderaum ein 1,9 m hoher Aufbau aus versteiften

Blechen angeordnet, in dem in der Längsachse die Dampfsteuerwinde aufgestellt ist, während sich daneben Küche, Lampenraum und Abort befinden. Auf dem Deck des Aufbaues ist die Befehlbrücke (*g*) eingerichtet, von der aus auch das Dampfsteuer gehandhabt werden kann. Unmittelbar hinter diesem Aufbau befinden sich die Vorrichtungen zur Befestigung der Schlepptrosse, die durch die Dampftrossenwinde (*w*) aufgewickelt werden kann. Sie ist um 2 auf schrägem Unterbau in der Längsachse angeordnete Schleppoller geschlungen und wird dahinter durch eine Trossenklemme mit Spindel festgehalten. Dann geht das Schlepptau über den Schleppbock (*m*) und die Bügel (*n*) am Heck über Bord. Am Bug befindet sich eine Dampfankerwinde mit 2 Kettenscheiben nebst 2 Ankerkranen und auf dem Hinterdeck eine Handankerwinde (*v*) für einen Heckanker.

Die Dreifach-Expansionsmaschine von 1,4 m Hub leistet bei 0,63 Füllung und 41 Umdrehungen mit 15 kg Dampfspannung 715 Pferdestärken. Der Kohlenverbrauch beträgt 0,82 kg. Die beiden Kessel (*d*) haben zusammen 205 m² Heizfläche.

Solche Heckradschleppdampfer verkehren besonders auf der Elbe, auf der unteren Havel und auf der Oder. Wenngleich sie, wie schon bemerkt, durch die märkischen Wasserstraßen bis Berlin gelangen können, werden sie dort doch in der Regel nicht benutzt, weil sie bei ihrer großen Maschinenstärke nur im Strom angemessene Verwendung finden. Die für die märkischen Wasserstraßen bestimmten Schleppzüge werden ihnen bei Rathenow oder Fürstenberg a. O. meistens von kleineren Schraubendampfern abgenommen.

In neuester Zeit (1911) sind von Cäsar Wollheim noch stärkere Heckrad-Schleppdampfer bis zu 900 PSi in ähnlicher Anordnung gebaut worden, die bei 55 m Länge in den Spanten 8,8 m und über den Radkasten 9,4 m breit sind und

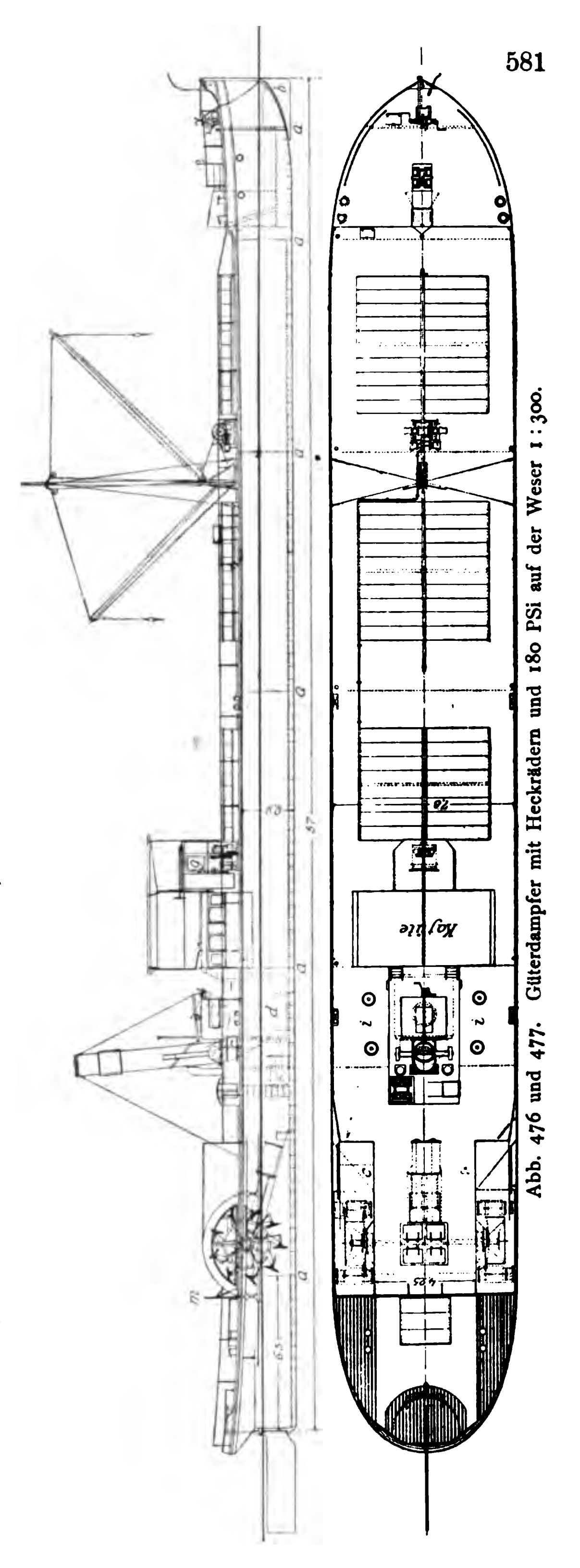


Abb. 476 und 477. Güterdampfer mit Heckrädern und 180 PSi auf der Weser 1 : 300.

einen Tiefgang von 0,97 m haben. Die Vierfach-Expansionsmaschine dieser Schiffe war schon erwähnt worden (S. 545).

Die Abbildungen 476 und 477 zeigen einen Güterdampfer mit 2 Hinterrädern. In dieser Art sind im Jahre 1911 bereits 3 von der Norddeutschen Maschinen- und Armaturen-Fabrik (Atlaswerke) in Bremen für die Oberweser und die Fulda gebaut worden. Das Schiff ist zwischen den Loten 57 m lang, auf den Spanten 7,8 m breit und 2,2 m hoch. Der Tiefgang beträgt bei 250 t Ladung 1,2 m. Die Anordnung der Heckräder unterscheidet sich wesentlich



Abb. 478. Russischer Heckraddampfer.

von der sonst üblichen, indem das zwischen den Rädern liegende Schwanzstück in einer Breite von 4,25 m um fast 8 m von der Radwelle nach hinten verlängert worden ist. Dadurch ist soviel Wasserverdrängung gewonnen, daß man den Kessel (*d*) und die Kohlenbunker (*i*) in den Maschinenraum legen konnte. Zum nötigen Ausgleich ist im Vorschiff zwischen dem vordersten Laderaum und der Mannschaftskajüte in ganzer Schiffsbreite ein Wasserballastraum (von 0,5 m Länge) angeordnet. Für den Betrieb bietet diese Einrichtung den großen Vorteil, daß bei der gemeinschaftlichen Bedienung von Kessel und Maschine mindestens ein Mann gespart wird und außerdem die Wärmeverluste in der langen Dampfleitung fortfallen. Die Radschaufeln haben aber nur eine Breite von 1,5 m (bei einer Höhe von etwa 0,6 m) erhalten können, was z. B. für starke Schleppdampfer nicht ausreichen würde. Die Verbundmaschine von 180 PSi gibt dem Schiffe eine Geschwindigkeit von 14 km in stillem, tiefem Wasser. 3 Laderäume befinden sich vor dem Maschinen- und Kesselraum und einer ganz hinten am Heck. Neben diesem ist das Deck auf Konsolen bis zur Außenlinie der Radkasten ausgekragt. Die Kajüte für den Schiffsführer ist vor dem Kessel erbaut und um 0,5 m in den Laderaum versenkt. Vor der Kajüte steht das Häuschen (*g*) für die Dampfsteuerwinde, die auch vom Stande des Schiffsführers, auf dem Deck der Kajüte, bedient werden kann.



Abb. 479. Russischer Heckraddampfer.

Bemerkenswert ist das Bugruder (*b*), das nach Bedarf vom Vordeck aus an dem Vorsteven befestigt und durch eine Pinne gehandhabt wird. Diese Anordnung findet sich in ähnlicher Weise auch bei anderen Weserdampfern.

Zur Personenbeförderung werden in Deutschland die Heckraddampfer kaum benutzt. Die Abb. 478 und 479 zeigen zwei russische Schiffe dieser Art, die allerdings auch dort nicht sehr verbreitet sind. In Amerika sind Heckraddampfer aber sehr beliebt und werden zu allen Zwecken benutzt.

Der **Bau des Schiffskörpers** der Dampfschiffe unterscheidet sich grundsätzlich nicht von dem der eisernen Lastschiffe, wie er früher beschrieben wurde, soweit nicht die Anbringung der Fortbewegungsmittel besondere bauliche Einrichtungen, wie Radkasten, Tunnel u. dgl., fordert. Aber zur Verteilung der schweren Einzellasten, namentlich der Kessel und Maschinen, auf den ganzen Boden und zur Übertragung der Stöße der Maschinen und der dadurch hervorgerufenen Schwingungen auf den ganzen Schiffskörper sind gewisse Verstärkungen notwendig. Bei der Beschreibung einzelner Dampfschiffe sind diese Anordnungen schon zum Teil erwähnt worden.

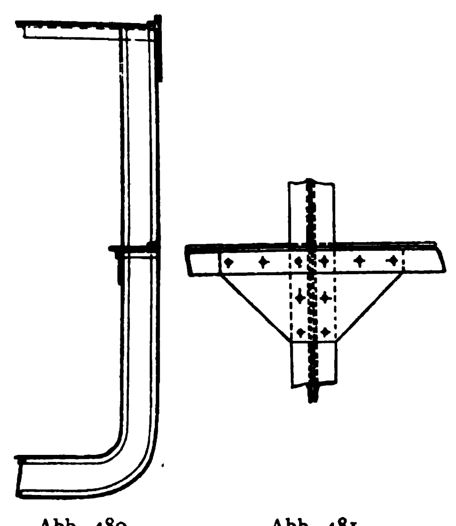


Abb. 480. Abb. 481.
Verbindung des Raumstringers mit dem Rahmenspant.

Unter den Maschinen- und Kesselräumen werden die Kielschweine verstärkt und die Bodenwrangen in kleineren Abständen verlegt oder höher und kräftiger im Querschnitt gemacht. Die Unterbauten (Fundamente) der Maschinen werden als kräftige genietete oder gewalzte Träger mit dem so verstärkten Boden fest verbunden. Die Bordwände werden durch kräftigere Spanten (mit Gegenspanten) und durch Rahmenspanten verstärkt. Außerdem muß in jedem Maschinen- und Kesselraum wenigstens ein Raumstringer etwa in der Mitte der Bordwände angeordnet und mit Fächerplatten gut mit den Rahmenspanten verbunden werden (Abb. 480 u. 481). Die Bauvorschriften des Germanischen Lloyd geben dafür nähere Anweisungen. Große Dampfschiffe, besonders die starken Radschlepper, bekommen im Maschinenraum mehrere Raumstringer übereinander (vgl. Abb. 316, wo außer den 3 Raumstringern auch die erhöhten Bodenwrangen ersichtlich sind). Eine weitere Aussteifung des Maschinenraums dieser Schiffe erfolgt durch den bereits erwähnten Maschinenbalken (*a* in Abb. 420) und zuweilen verstärkt man auch die Deckstringer und den Schergang der Außenhaut in der Länge des Maschinenraums. Auf die Längsversteifung der Heckraddampfer durch ein Mittelschott u. dgl. war bereits hingewiesen.

Auch die **Ausrüstung** der Dampfschiffe unterscheidet sich nicht wesentlich von der Ausrüstung der Lastschiffe hinsichtlich des Ankergeschirrs, der

Fahrbäume und Stangen, der Handkähne (die bei den Dampfern meistens mittels »Davits« aufgezogen oder auf Deck genommen werden), Rettungsringe, Wasserbehälter, Laternen, Flaggen u. dgl. Wenn man auf den Dampfschiffen Maste aufstellt, dienen sie entweder zur Befestigung von Flaggen oder als Lademaste, wie bei einigen vorbeschriebenen Beispielen. Dort war auch bemerkt worden, daß zuweilen sowohl die zum Löschen und Laden nötigen Winden, als auch die Ankerwinden durch besondere kleine Dampfmaschinen angetrieben werden.

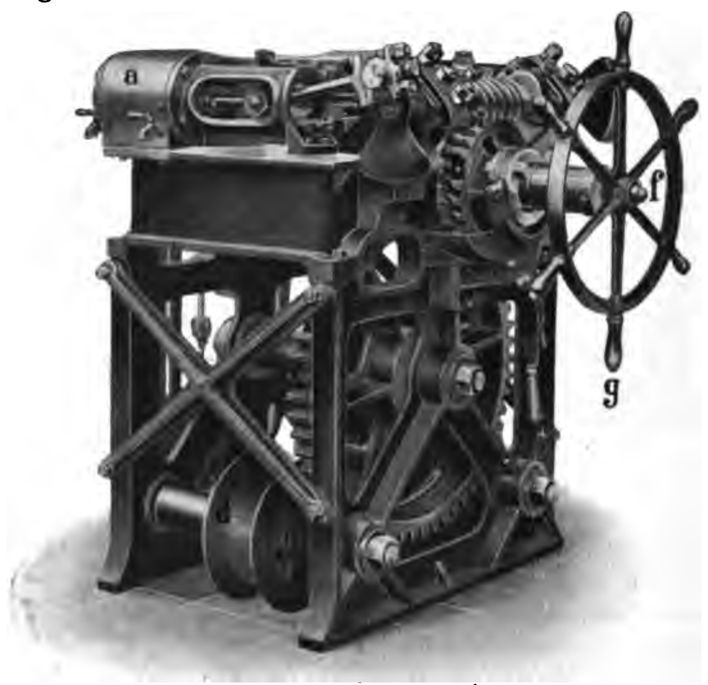


Abb. 482. Dampfsteuerwinde mit liegenden Zilindern.

Etwa seit 1888 ist die Benutzung des Dampfes zur Bewegung des Ruders bei vielen Dampfschiffen der Binnenschiffahrt eingeführt. Durch die Dampfsteuerwinden wird eine nicht nur leichtere, sondern auch genauere und sicherere Lenkung des Schiffes erreicht. Schraubendampfer brauchen verhältnismäßig kleinere Ruderblätter und darum auch schwächere Steuermaschinen als Seitenraddampfer.

In Abb. 482 ist eine solche Winde (Bauart Uebigau) dargestellt: Zwei kleine wagerecht liegende Dampfzilinder (*a*) von 85 bis 120 mm Durchmesser und 100 bis 120 mm Hub wirken auf eine gemeinsame Kurbelwelle, die durch Schraubenübersetzung (*b*) die Welle (*f*) und weiter durch Zahnradübertragung die Trommel (*c*) bewegt, um die mittels Führungsrollen (*d*) die Kette der Steuerleitung (meistens nach Gallescher Bauart) geschlungen ist. Durch Drehung des Handrads (*g*) nach rechts oder links werden die beiden Maschinen gleichzeitig umgesteuert. Auf der Welle (*f*) ist eine Ausrückvorrichtung angebracht, so daß man mit dem Handrade unmittelbar die Trommelwelle bewegen kann.

Die Winde kann in verschiedener Weise auch mit unten liegenden oder mit stehenden Zilindern angeordnet werden. Abbildung 483 zeigt senkrechte Zilinder. Dabei sind 2 Handräder angeordnet: Mit dem größeren kann man ohne Dampfkraft unmittelbar die Winde bedienen, während das kleinere die Dampfmaschinen umsteuert.

Wie bei den einzelnen Dampfschiffen schon erwähnt wurde, wird diese schwere Winde meistens unmittelbar auf Deck angebracht und darüber, im Steuerhäuschen oder auf der Brücke, noch ein sogenannter Brückenständer, durch den man mittels Handrads, Kegelräder und senkrechter Welle auch

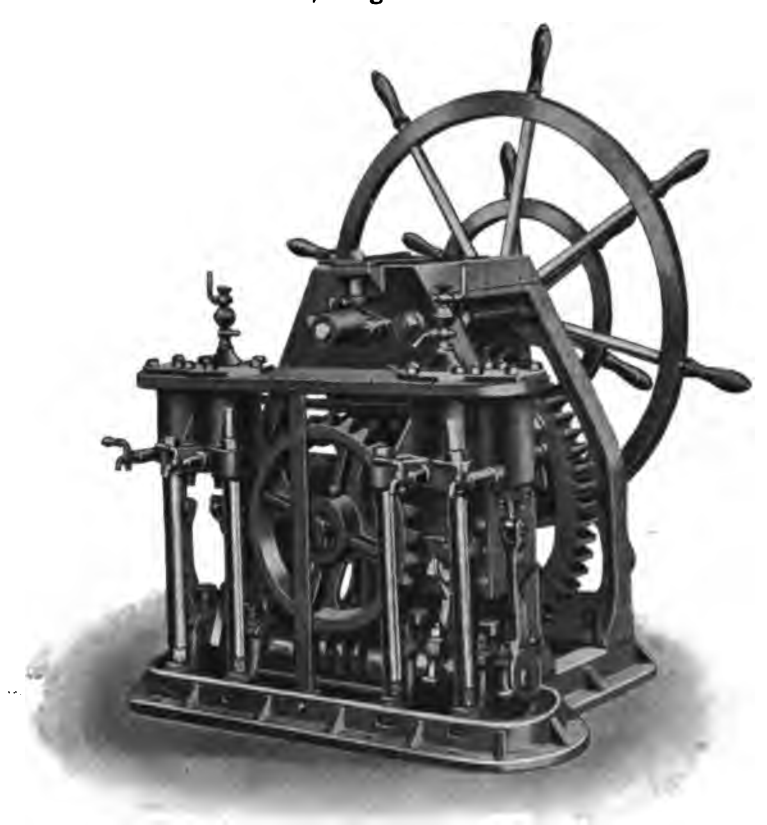


Abb. 483. Dampfsteuerwinde mit stehenden Zilindern.

von der Brücke aus die Umsteuerung der Maschine bewirken kann. Der Handbetrieb ist in der Regel nur unten, vom Deck aus, vorgesehen.

Wenn die Übertragung von der Steuerwinde zum Ruder nicht durch die üblichere Ketten- und Stangenleitung, sondern durch eine feste Wellenleitung (S. 555) erfolgt, läßt sich die Dampfsteuerwinde einfacher anordnen, indem man die Schraubenübersetzung (*b*) unmittelbar auf diese Welle der Steuerleitung wirken läßt. (Der Kohlenverbrauch je Stunde beträgt für eine kleinere Winde etwa 25 kg, für eine größere etwa 30 kg.)

Zur Unterstützung der Ruderwirkung beim Wenden des Schiffes ist von Gebr. Sachsenberg im Jahre 1910 bei dem Radschlepper »Ernst Bassermann« auf dem Rhein am Vorsteven eine Dampfausblasevorrichtung angebracht worden. Über den Erfolg liegt bisher aber noch kein abschließendes Urteil vor.

Zu der für alle Dampfschiffe nötigen Ausrüstung gehören die Einrichtungen zur Übermittlung der Befehle von der Brücke in den Maschinenraum. Diese muß in zuverlässigster Weise erfolgen, wenn nicht die Sicherheit der Fahrt gefährdet werden soll. Es ist darum z. B. bei der Anwendung von Sprachrohren unumgänglich erforderlich, daß der Maschinist jeden erhaltenen Befehl sofort wiederholt. Oft werden mechanische Maschinentelegraphen benutzt, die aus 2 Scheiben, je eine auf der Brücke und eine im Maschinenraum, bestehen, auf denen die zu erteilenden Befehle aufgeschrieben sind: »Volldampf voraus, langsam voraus, halt (stop), langsam zurück, Volldampf zurück«. Die Scheiben tragen nach Art einer Uhr je einen Zeiger, die beide durch ein Gestänge zwangläufig miteinander verbunden sind, so daß der Zeiger im Maschinenraum auf denselben Befehl weist, auf den der Zeiger auf der Brücke mit der Hand eingestellt wird. Die Bewegung des Zeigers wird gleichzeitig durch ein Glockenzeichen angekündigt. Es gibt auch elektrische Übertragungen mit Glühbirnen u. dgl.

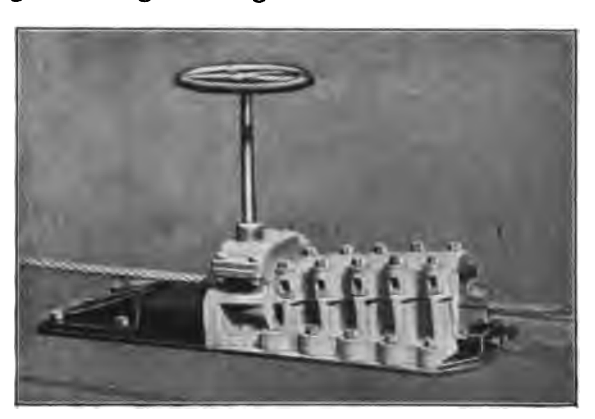


Abb. 484. Trossenklemme (Bauart Ruthof).

Von der Brücke wird ferner bei allen Dampfern auch die Dampfpfeife (oder Heuler) bedient, die in der Regel am Dom des Kessels angebracht ist. Die gleichen Zwecken dienende Schiffsglocke wird oft im Vorschiff auf der Ankerwinde befestigt.

Um das an den tiefsten Punkten des Schiffskörpers, in der Bilge, sich ansammelnde Sickerwasser zu entfernen, sind in allen Abteilungen des Bodens Bleiröhren verlegt, durch die das Wasser mittels der von der Maschine getriebenen Lenzpumpe angesaugt und fortgeschafft wird. In dem Maschinenraum der größeren Schiffe findet man meistens auch eine kleine Dampfdynamomaschine, die für die elektrische Beleuchtung der Schiffsräume sorgt und den Strom für die Signallaternen und den etwa vorhandenen Scheinwerfer liefert. Die Benutzung eines Scheinwerfers ist übrigens auf belebten Wasserstraßen bedenklich, weil die Führer der entgegenkommenden Schiffe dadurch geblendet werden. Mit der Dynamomaschine wird oft noch eine Sammlerbatterie (Akkumulatoren) verbunden, die zum Ausgleich als sogenannte Pufferbatterie dient.

Auf Schleppdampfern ist die Anbringung des Schleppgeschirrs von Wichtigkeit. Bei Schrauben- und Heckraddampfern wird das Schlepptau gewöhnlich von hinten über Bügel (*n*) zum Schleppbock (*m*) geführt, der meistens aus Eisen, seltener aus Holz, gebaut und auf dem Hinterdeck, aber möglichst





Abb. 485. Trossenklemme, geöffnet.



Abb. 486. Trossenklemme, geschlossen.

weit nach vorne, nach dem Schwerpunkt des Schiffes zu, angebracht ist. Zur Befestigung der Trosse wird in der Regel ein Schlepphaken mit kräftiger Pufferfeder benutzt. Raddampfer schleppen auf den östlichen Wasserstraßen in der Regel mit einem doppelten Schlepptau, das am Bug des ersten Anhangs über eine Rolle geht, und dessen Enden hinter den Radkasten an den dort angebrachten Schleppollern (*p*) befestigt werden. Auf dem Rhein hängt nach dortiger Sitte jedes Lastschiff mit einer besonderen Trosse an dem Schleppdampfer. Die Trossen gehen über die Bügel (*n*) zum Schleppbock (*m*) und wurden dann früher seitlich an den Schleppollern (*p*) festgelegt. Das Einholen der schweren Trossen ist aber eine mühsame, langwierige Arbeit, zumal sie oft über 400 m lang sind und ein bedeutendes Gewicht (1 bis 2 kg je m) haben.

Trossenklemme (Mannheimer Bauart), Abb. 487 und 488. 1:15.

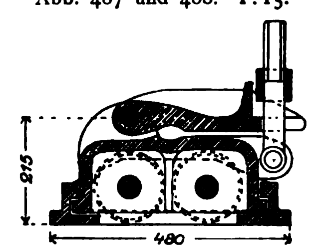


Abb. 487. Querschnitt.

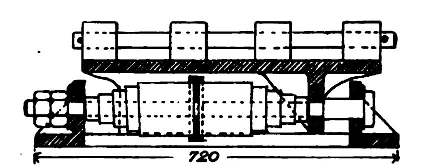


Abb. 488. Längsschnitt.

Man wendet daher neuerdings bei allen starken Schleppdampfern Dampftrossenwinden an, mit denen man die Trossen leicht verkürzen oder verlängern oder ganz einholen kann (vgl. *w* in der Abb. 450). Diese Winden bekommen meistens einen gemeinschaftlichen Antrieb. Während der Fahrt tragen sie aber nicht den Widerstand des Schleppzugs, vielmehr werden die

einzelnen Trossen durch besondere, in der Mitte des Schiffes auf dem Deck befestigte Trossenklemmen gehalten, die in verschiedener Weise angeordnet und meistens mit starken Pufferfedern ausgerüstet sind.

In Abb. 484 ist die sehr verbreitete Bauart von Ruthof dargestellt. Eine andere, von der Mannheimer Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft angefertigte Klemme ist in Abb. 485 in offenem und in Abb. 486 in geschlossenem Zustande abgebildet. Aus dem Querschnitt (Abb. 487) und dem Längsschnitt (Abb. 488) ist die nähere Anordnung ersichtlich. Alle diese Klemmen werden am besten mit Vor- und Rückfederung ausgeführt.

Auf der Donau wird häufig eine andere Klemme mit rückschraubbarer Keilbremse nach Patent Keredes benutzt.

Die Leistungen und die Beschaffung von Dampfschiffen.

Die Maschinenleistung eines Dampfschiffs muß so groß sein, daß die gewünschte Geschwindigkeit erreicht wird und bei Schleppdampfern außerdem ein Anhang von einer gewissen Zahl von Lastschiffen oder mit einer gewissen Nutzlast geschleppt werden kann. Wenn der gesamte Schiffswiderstand (einschließlich des etwa mitgeführten Schleppanhangs) mit W (in kg) bezeichnet wird und v (in m) die gewünschte Geschwindigkeit (vgl. S. 439) bedeutet, so ist die zu leistende Nutzarbeit $W \cdot v$ oder die Nutzleistung in Pferdestärken: $N_n = \frac{W \cdot v}{75}$. Da die indizierte Leistung der Dampfmaschine in Pferdestärken mit N_i bezeichnet wird (S. 507), ist der Gesamtwirkungsgrad $\eta = \frac{N_n}{N_i}$ [1]).

Der Wert von η schwankt bei Binnenschiffen etwa zwischen 0,3 und 0,5, so daß etwa nur ein Drittel und sehr selten mehr als die Hälfte der indizierten Maschinenleistung für die Fortbewegung nutzbar gemacht werden kann. Die übrige Kraftleistung geht verloren.

Zunächst muß in der Dampfmaschine die Reibungsarbeit der einzelnen Teile (Kolben, Kolbenstange, Kreuzkopf, Kurbelzapfen, Kurbelwellenlager, Exzenter, Schieber, Kulisse mit Exzenter) und die Arbeit der Pumpen geleistet

1) PSi sind indizierte und PSn sind Nutz-Pferdestärken, wofür man auch PSe = effektive Pferdestärken gebraucht. Früher sprach man außerdem von nominellen Pferdestärken, einer veralteten Bezeichnung, die nur zu Watts Zeiten mit den indizierten übereinstimmten. Dessen Niederdruckmaschinen hatten einen mittleren Kolbendruck von 0,492 kg je cm² (7 Pfund engl. auf 1 Quadratzoll engl.). Die Kolbengeschwindigkeit wurde nach dem Hub (H in m) zu $0{,}966 \cdot \sqrt[3]{H}$ in m je Sekunde bestimmt und es ergab sich die Leistung zu:

$$\underbrace{\frac{D^2 \cdot \pi}{4}}_{\text{Fläche}} \cdot \underbrace{0{,}966 \cdot \sqrt[3]{H}}_{\text{Geschwindigk.}} \cdot \underbrace{0{,}492}_{\text{Druck}} \cdot x = 0{,}00498 \cdot D^2 \cdot \sqrt[3]{H} \cdot x$$

in nominellen Pferdestärken. Darin ist D der Zilinderdurchmesser und x die Zahl der Zilinder. Diese Formel wurde später wiederholt abgeändert; wegen des geringen Druckes und der kleinen Kolbengeschwindigkeit der Wattschen Maschinen entspricht heute die Leistung in nominellen Pferdestärken nur etwa dem fünften bis sechsten Teil der Leistung in indizierten Pferdestärken. Dennoch hielt sich diese Berechnung bis zum Jahre 1872, weil der Preis der Dampfmaschinen danach bestimmt wurde.

werden. Wenn wir die übrig bleibende Dampfmaschinenleistung an der Welle, die zur Bewegung der Räder oder Schrauben nutzbar gemacht werden kann, mit N_m in Pferdestärken bezeichnen, so ist $N_m = \eta_m \cdot N_i$, worin η_m den mechanischen Wirkungsgrad der Dampfmaschine bedeutet. Wenn N_l die indizierte Leistung der Maschine beim Leerlauf und N_i die indizierte Leistung bei voller Belastung bedeuten, so ist $\eta_m = \frac{N_i - N_l}{N_i}$. Der Wert von η_m schwankt im allgemeinen zwischen 0,6 und 0,9, wird aber bei sehr starken, großen Maschinen zuweilen noch etwas größer. Er wächst mit der Zahl der Pferdestärken und nimmt ab mit der Anzahl der Zilinder und der wachsenden Kolbengeschwindigkeit. Aus dem letzten Grunde ist er bei den schnell laufenden Schraubenmaschinen kleiner als bei Rädermaschinen von gleichen PSi, um etwa 0,01 bis 0,02 (bei schwachen Maschinen von 40 bis 100 PSi). Der Wirkungsgrad ist ferner bei Vierfach-Expansionsmaschinen um etwa 0,02 geringer als bei Dreifach-Expansionsmaschinen und um etwa 0,04 geringer als bei Verbundmaschinen. Dampfmaschinen mit Auspuff haben einen um 0,04 bis 0,06 höheren Wirkungsgrad. Die höchsten erreichbaren Wirkungsgrade sind etwa folgende:

Bei Verbundmaschinen für Raddampfer mit einer mittleren Kolbengeschwindigkeit von 2 m:

für $N_i = 250 — 450 — 800 — 1400 — 2400$ PSi
$\eta_m = 0{,}79 — 0{,}81 — 0{,}82 — 0{,}83 — 0{,}84$.

Bei Verbundmaschinen für Schraubendampfer mit einer mittleren Kolbengeschwindigkeit von 3 m:

für $N_i = 40 — 60 — 100 — 250 — 450$ PSi
$\eta_m = 0{,}68 — 0{,}70 — 0{,}73 — 0{,}78 — 0{,}80$.

Bei derselben Maschine sinkt übrigens der Wirkungsgrad bei abnehmender Leistung. Man kann die Maschinenleistung an der Welle unmittelbar durch Bremsversuche und zwar am leichtesten durch den sogenannten »Pronyschen Zaum« messen, indem man die Kurbelwelle durch aufgelegte hölzerne Bremsbacken und einen langen Hebel bremst. Aus den am anderen Ende des Hebels angebrachten Gewichten wird die Reibungsarbeit und die Leistung berechnet. Bei großen Maschinen ist das aber eine schwierige und gefährliche Arbeit, die nur selten ausgeführt wird.

Von dem mechanischen Wirkungsgrad einer Dampfmaschine ist deren thermischer Wirkungsgrad zu unterscheiden, der die Ausnutzung der dem Kessel zugeführten Wärmemenge angibt. Bei guten Dreifach-Expansionsmaschinen mit gesättigtem Dampf beträgt er etwa 0,11, bei Dampfturbinen etwa 0,112 und bei Verwendung von überhitztem Dampf 0,135. Die übrige Wärmemenge geht verloren.

Zu dem Kraftverlust in der Maschine kommt der Verlust in den Fortbewegungsmitteln (Propellern), durch den Schlüpf, die Reibung u. dgl. (S. 438). Wenn η_p allgemein den Wirkungsgrad des Fortbewegungsmittels bezeichnet, so ist die Nutzleistung $N_n = \eta_p \cdot N_m$ oder $= \eta_p \cdot \eta_m \cdot N_i$ und $\eta_p \cdot \eta_m = \eta$, dem Gesamtwirkungsgrade. Es war früher bereits mit-

geteilt, daß man bei Flußraddampfern η_r zu 0,57 bis 0,62 (S. 447) und bei Schraubendampfern der Binnenschiffahrt η_s zu 0,5 bis 0,55, bei geringer Wassertiefe zu 0,45 (S. 466) annehmen kann. Berechnet man $\eta_r \cdot \eta_m$ und $\eta_s \cdot \eta_m$ mit Benutzung der vorstehenden Höchstwerte von η_m, so ergeben sich die Grenzwerte für den Gesamtwirkungsgrad η bei Raddampfern zu 0,45 bis 0,51 und bei Schraubendampfern zu 0,34 bis 0,44, bei geringer Wassertiefe zu 0,3. Zu beachten bleibt für beide Fortbewegungsmittel, daß diese Wirkungsgrade bei engem und seichtem Fahrwasser schnell abnehmen, ganz besonders für Heckräder und Schrauben. Bei den letzteren fällt η beim Schleppen in Kanälen auf 0,25 und darunter (bis 0,2). Zweischraubendampfer haben einen etwas geringeren Wirkungsgrad als Einschraubendampfer von gleicher Maschinenstärke. (Die allgemeinen Grenzwerte von 0,3 und 0,5 waren bereits oben angegeben.)

Welches Fortbewegungsmittel für eine gewisse Wasserstraße und für ein Schiff mit bestimmtem Zweck zu wählen ist, läßt sich aus den früheren Mitteilungen über Rad und Schraube (vgl. S. 471) und aus den Beschreibungen der Dampfschiffe in vielen Fällen leicht entscheiden. Zuweilen ist es aber nötig, die Wirtschaftlichkeit beider Fortbewegungsmittel mit Benutzung der vorstehenden Untersuchungen über den Wirkungsgrad und den früher gemachten Angaben über das Gewicht der Maschinenanlagen (S. 545) durch Rechnung zu vergleichen. Das trifft z. B. bei Schleppern auf dem Mittellauf unserer großen Ströme zu. Wenn man für gewöhnliche Wasserstände den Gesamtwirkungsgrad bei Rädern zu 0,47 und bei Schrauben zu 0,42 annimmt, so muß ein Schraubendampfer eine stärkere Maschine als ein Raddampfer erhalten, um dieselbe Nutzleistung zu ergeben. Andererseits ist die Maschinenanlage eines Schraubendampfers leichter und daher billiger und auch sein Schiffskörper wird leichter und billiger. Dazu kommt, daß die Bemannung eines Schraubendampfers kleiner sein kann. Diese Vorteile werden den durch die stärkere Maschine vermehrten Kohlenverbrauch unter Umständen wieder ausgleichen, was durch Rechnung zu untersuchen ist.

Für die untere Elbe zwischen Hamburg und der Havelmündung würde z. B. einem Radschlepper von 500 PSi ein Zweischraubenschlepper von 550 PSi entsprechen. Der erstere würde etwa 160000 Mark, der andere etwa 128000 Mark kosten, was einen Unterschied von 32000 Mark ergibt. Die jährliche Ersparnis bei dem Schraubendampfer beträgt:

an ersparten Löhnen u. dgl. für einen Matrosen und 2 Heizer	3600 Mark
an Abschreibung und Zinsen, je 0,05 von 32000 Mark	3200 Mark
zusammen	6800 Mark.
Davon ist der Mehrkohlenverbrauch für 50 PSi und 2000 Betriebstunden mit etwa 84 t abzuziehen, was bei einem Preise von 17 Mark je t beträgt . .	1438 Mark
Es bleibt eine Ersparnis von	5372 Mark.

Wenn man den Wirkungsgrad des Schraubendampfers anstatt zu 0,42 nur zu 0,40 annimmt und ihm eine Maschine von 590 PSi gibt, so findet sich bei der in gleicher Weise durchgeführten Rechnung immer noch ein jährlicher Gewinn von mehr als 3000 Mark.

Ein Schraubendampfer hat für den Betrieb noch weitere Vorteile: er kann z. B. unter Umständen beim Talwärtsschleppen höhere Gewinne erzielen als ein Radschlepper. Dagegen wird sein Tiefgang um 0,1 bis 0,2 m größer sein, so daß er bei ungewöhnlich niedrigen Wasserständen weniger brauchbar ist.

Die Geschwindigkeiten der Schiffe werden bei der Binnenschiffahrt gewöhnlich nach km je Stunde, für die Rechnung aber meistens nach m je Sekunde angegeben. Zuweilen rechnet man auch nach Knoten (der Logleine je Minute), die Seemeilen von 1852 m in der Stunde darstellen. Es sind etwa:

3,00 — 3,6 — 5,0 — 7,2 — 10,0 — 18,5 — 30,0 km je Stunde
= 0,83 — 1,0 — 1,4 — 2,0 — 2,8 — 5,1 — 8,3 m je Sekunde
oder = 1,64 — 1,9 — 2,7 — 3,9 — 5,4 — 10,0 — 16,2 Seemeilen je Stunde (oder Knoten).

Es war oben (S. 439) schon darauf hingewiesen, daß man bei der Fahrt im Strome zwischen der scheinbaren Geschwindigkeit des Schiffes gegen das Ufer und der wirklichen Geschwindigkeit gegen das Wasser unterscheiden muß. Das Mittel aus den bei der Bergfahrt und bei der Talfahrt in derselben Stromstrecke beobachteten scheinbaren Geschwindigkeiten ergibt die wirkliche Geschwindigkeit, die das Schiff in stillem Wasser haben würde. (An der Donau bezeichnet man diese Geschwindigkeit mit »Totwassergeschwindigkeit«.)

Im Schiffahrtbetriebe kommt es meistens auf die scheinbare Geschwindigkeit des Schiffes an, namentlich beim Bergwärtsschleppen. Die hierfür und beim Schleppen auf Kanälen in Deutschland üblichen und oft polizeilich festgesetzten Grenzen liegen im allgemeinen zwischen 3 und 7 km je Stunde (0,8 m bis 1,9 m je Sekunde). Für Flußdampfer hat man hierzu die durchschnittliche Geschwindigkeit der Strömung, etwa bei gewöhnlichem Wasserstande, hinzuzufügen, um die dem Dampfschiff zu gebende wirkliche Geschwindigkeit zu erhalten. Diese Geschwindigkeiten hängen von dem Gefälle und der Tiefe der Ströme ab. Ungefähr betragen sie im Mittellauf unserer deutschen Ströme 1,0 bis 1,5 m je Sekunde, im schiffbaren Oberlauf 1,5 bis 2 m. Bei der Donau zwischen Passau und Gönyö (Komorn) etwa 2,2 m, unterhalb bis Budapest etwa 1,1 m und bis Baziás etwa 0,8 m.

Über die Geschwindigkeit der Personendampfer sind bei ihrer Beschreibung einige Angaben gemacht worden. Der schnellste deutsche Flußdampfer ist wohl die »Kaiserin Auguste Viktoria« auf dem Rhein, dessen wirkliche durchschnittliche Geschwindigkeit in gewöhnlichem Betriebe 20 km je Stunde beträgt. Auf der breiteren und tieferen unteren Donau entwickelte der Dampfer »Franz Josef I.« bei der Probefahrt eine Geschwindigkeit von mehr als 26 km und auf den großen tiefen Seen der Schweiz sollen einzelne Schiffe sogar eine Geschwindigkeit von 29 km je Stunde erreicht haben. Unter gleichen Umständen würde die »Kaiserin Auguste Viktoria« diese Zahl vielleicht übertreffen.

Die scheinbaren Geschwindigkeiten von guten Schleppdampfern mit vollem Anhange und von guten, beladenen Güterdampfern auf dem Rhein bei gewöhnlichem Wasserstande lassen sich aus der nachstehenden Tafel ersehen, worin die durchschnittlichen Fahrzeiten und Geschwindigkeiten zu Berg und zu Tal für die einzelnen Rheinstrecken aufgeführt sind. Man erkennt, daß die Geschwindigkeit im allgemeinen von dem Fahrwasser abhängt.

Entfernung in km	Rheinstrecke	Fahrzeit in Stunden				Scheinbare Geschwindigkeit in km je Stunde			
		Schleppzug		Güterdampfer		Schleppzug		Güterdampfer	
		zu Berg	zu Tal	zu Berg	zu Tal	zu Berg	zu Tal	zu Berg	zu Tal
215	Rotterdam—Ruhrort	45	18	23	18 (Rotterdam—Köln)	4,8	11,9	9,4	18,0 (Rotterdam—Köln)
90	Ruhrort—Köln	18	5	9		5,0	18,0	10,0	
97	Köln—Koblenz	20	11 (Köln—Mainz)	9,5	12 (Köln—Mannheim)	4,9	17,2 (Köln—Mainz)	10,2	21,6 (Köln—Mannheim)
62	Koblenz—Bingen	13		7		4,8		8,9	
30	Bingen—Mainz	4,5		3		6,6		10,0	
70	Mainz—Mannheim	10	4,5	6,5		7,0	15,6	10,8	

Zur Feststellung der nötigen Nutzleistung eines Dampfschiffs muß außer der Geschwindigkeit noch der Schiffswiderstand ermittelt werden. Diese Ermittelung, über die an dieser Stelle des Buches keine näheren Mitteilungen gemacht werden sollen, ist schon für Schiffe in unbegrenztem Wasser (Seeschiffe) schwierig und gelingt nur angenähert durch Verbindung theoretischer Untersuchungen mit den aus Versuchen und aus der Erfahrung gewonnenen Werten. Für die meistens in eng begrenztem Fahrwasser sich bewegenden Binnenschiffe sind die Ermittelungen noch schwieriger und unsicherer. Soweit es irgend möglich ist, vermeidet man daher diesen Weg der Berechnung und sucht die nötige Nutzleistung oder indizierte Leistung für das fragliche Schiff auf Grund der mit ähnlichen Schiffen auf derselben Wasserstraße gemachten Erfahrungen zu bestimmen.

Zum Vergleich der Leistungen von ähnlich gebauten Schiffen, namentlich auf denselben Wasserstraßen, empfiehlt sich die Benutzung des Ähnlichkeitsgesetzes von Froude, das auch für die Ermittelung des Schiffswiderstandes durch Modellversuche von grundlegender Bedeutung ist. Es lautet:

»Wenn für ein Schiffsmodell bei den Geschwindigkeiten $v_1 - v_2 - v_3$ die Widerstände $W_1 - W_2 - W_3$ gemessen sind, so erfährt ein Schiff mit den n fachen linearen Abmessungen bei Geschwindigkeiten von $v_1\sqrt{n} - v_2\sqrt{n} - v_3\sqrt{n}$ die Widerstände $n^3 W_1 - n^3 W_2 - n^3 W_3$«[1]).

Wenn man die (in dem begrenzten Fahrwasser der Binnenschiffahrt allerdings nicht ganz zutreffende) Annahme macht, daß der Widerstand des Modells proportional ist der eingetauchten Fläche des Hauptspants (f) und dem Quadrat der Geschwindigkeit, also

$$W = k \cdot f \cdot v^2$$

worin k ein von den Umständen abhängiger Widerstandsbeiwert, so ergibt sich nach dem Gesetze für das Schiff:

$$n^3 \cdot W = k \cdot f_1 (v\sqrt{n})^2 .$$

Da andererseits der Widerstand des Schiffes bei der Geschwindigkeit v und demselben Beiwert k

$$W_1 = k \cdot f_1 \cdot v^2 ,$$

ist, so ergibt sich:

$$\frac{n^3 W}{W_1} = n \text{ oder } \mathbf{W_1 = n^2 \cdot W} \text{ bei gleichen Geschwindigkeiten.} \qquad (1)$$

Wenn V die Wasserverdrängung des Modells bedeutet, dann ist $\sqrt[3]{V}$ die Seite eines Würfels von gleichem kubischem Inhalt. Wenn V_1 die Verdrängung des Schiffes bedeutet, so ergibt sich

1) Nach Busley.

$$\frac{\sqrt[3]{V_1}}{\sqrt[3]{V}} = n \text{ und } \frac{W_1}{W} = \frac{V_1^{2/3}}{V^{2/3}}. \tag{2}$$

Also: bei gleichen Geschwindigkeiten verhalten sich die Widerstände wie die Kubikwurzeln aus den Quadraten der Verdrängungen.

Dabei ist es gleichgültig, ob man ein Schiff mit seinem Modell oder mit einem ähnlich gebauten anderen Schiff vergleicht.

Wenn man annimmt, daß der Widerstandsbeiwert k bei demselben Schiffe sich mit der Geschwindigkeit nicht ändert, was allerdings nicht ganz zutrifft, dann verhalten sich die Widerstände wie die Quadrate der Geschwindigkeiten:

$$\frac{W}{W'} = \frac{v^2}{v_1^2}.$$

Da die Nutzleistung des Schiffes $N_n = W \cdot v = \eta \cdot N_i$ ist, und man innerhalb ziemlich weiter Grenzen η für unveränderlich annehmen kann, so ergibt sich

$$\frac{N_i}{N_i'} = \frac{v^3}{v_1^3}. \tag{3}$$

Also: bei demselben Schiffe verhalten sich die aufzuwendenden Maschinenleistungen wie die dritten Potenzen der Schiffsgeschwindigkeiten.

Wenn man annimmt, daß der Kohlenverbrauch (K) bei derselben Maschine der indizierten Maschinenleistung proportional ist (was bei Füllungsgraden, die dem theoretisch günstigsten nicht zu fern liegen, zulässig ist), so ergibt sich:

$$\frac{N_i}{N_i'} = \frac{K}{K'} \text{ und aus (3): } \frac{K}{K'} = \frac{v^3}{v_1^3}. \tag{4}$$

Also: die in gleichen Zeiten in demselben Schiffe verbrauchten Kohlenmengen verhalten sich wie die dritten Potenzen der Geschwindigkeiten.

Eine einfache Rechnung über den gesamten Kohlenverbrauch beim Durchfahren einer gewissen Strecke von Kilometern mit verschiedenen Geschwindigkeiten führt zu der Gleichung:

$$\frac{\Sigma K}{\Sigma K_1} = \frac{v^2}{v_1^2}. \tag{4a}$$

Also: die beim Durchfahren gleicher Strecken in demselben Schiff verbrauchten Kohlenmengen verhalten sich wie die Quadrate der Geschwindigkeiten.

Da sich die Maschinenleistungen wie die Widerstände verhalten, so folgt mit Berücksichtigung der Gleichung (2) für zwei ähnliche Schiffe mit gleichen Geschwindigkeiten

$$\frac{N_i}{N_i'} = \frac{K}{K'} = \frac{V^{2/3}}{V_1^{2/3}}. \tag{5}$$

Also: bei ähnlichen Schiffen verhalten sich bei gleichen Geschwindigkeiten sowohl die Maschinenleistungen als auch die Kohlenverbräuche wie die Kubikwurzeln aus den Quadraten ihrer Verdrängungen.

Man sieht hieraus, daß die bei ähnlichen Schiffen zur Erreichung gleicher Geschwindigkeiten erforderliche Maschinenleistung in kleinerem Verhältnis wächst als die Wasserverdrängung. Es werden auch die Kohlenverbräuche langsamer wachsen als die Wasserverdrängungen, also die Schiffsladungen und die Schiffsgrößen. Daraus folgt weiter, daß unter gleichen Umständen große Güterdampfer wirtschaftlicher sind als kleine.

Besondere Schwierigkeiten entstehen bei Schleppdampfern, da deren Gesamtwiderstand sich aus dem Eigenwiderstand (W_1) und dem Widerstand des Anhangs (W_2) zusammensetzt. Der letztere ist selbst für dieselbe Stromstrecke, für denselben Wasserstand und für dieselbe Nutzlast schwer zu ermitteln, weil es noch darauf ankommt, in wieviel Schiffen diese Last verteilt ist, welche Form diese Schiffe haben, aus welchem Stoff sie gebaut sind und ob sie fest gekuppelt hintereinander schwimmen oder an je einem besonderen Schlepptau hängen.

Es ist die Nutzleistung der Maschinenanlage

$$N_n = \eta \cdot N_i = (W_1 + W_2)\frac{v}{75} \text{ in Pferdestärken}$$

und die Zugleistung des Schiffes

$$N_z = N_n - \left(W_1 \frac{v}{75}\right) = W_2 \cdot \frac{v}{75},$$

worin W_2 die Zugkraft im Schlepptau darstellt.

Um die Berechnung von W_1 und W_2 zu vermeiden, hilft man sich mit Erfahrungswerten, indem man für bestimmte Wasserstraßen die bei gewissen Wasserständen beobachteten Schleppleistungen anderer Schiffe miteinander vergleicht[1]). Auf einzelnen deutschen Strömen hat man bestimmte Versuchstrecken, in denen man gewöhnlich die Probefahrten der neugebauten Schleppdampfer unter gewissen ähnlichen Umständen ausführt. Aus den Ergebnissen dieser Probefahrten erhält man die nötigen Erfahrungswerte.

Auf dem Rhein ist es z. B. seit Jahren üblich, die Probefahrten in der Strecke von Duisburg bis Köln, zwischen der Hochfelder Eisenbahnbrücke und der Kölner Eisenbahn- und Straßenbrücke, vorzunehmen. Die Entfernung beträgt rund 86 km, in der Mittellinie des Stromes gemessen. Wegen des in den vielen Krümmungen sich schlängelnden Fahrwassers ist der wirklich zurückgelegte Weg und die daraus berechnete Geschwindigkeit allerdings etwas größer; es ist aber üblich, den Weg zu 86 km anzunehmen, zumal es sich nur um Vergleichswerte handelt. Die zu befördende Nutzlast (2000 bis 7000 t) wird in die vorgeschriebene Anzahl (3 bis 6) von guten stählernen Schiffen verladen und die Zahl der für die Reise gebrauchten Fahrstunden (17 bis 19) ermittelt. Da die Probefahrt gleichzeitig zur Feststellung des Kohlenverbrauchs dient, muß die Maschine mit angemessenem Füllungsgrad arbeiten. Die Probefahrten werden meistens bei einem mittleren Wasserstande von 2,5 bis 3 m am Pegel zu Köln ausgeführt. Es wird in der Regel eine durchschnittliche scheinbare Geschwindigkeit (gegen das Ufer) von 4,5 bis 5 km je Stunde verlangt und erreicht.

Auf der Elbe wird meistens die Strecke von Wittenberge bis Magdeburg (126 km) zu den Probefahrten benutzt. Die Nutzlast von 2000 bis 5000 t wird in 4 bis 10 stählernen Schiffen (mit hölzernem Boden) verladen und die Fahrzeit gewöhnlich auf 32 bis 36 Stunden festgesetzt, wobei eine scheinbare Geschwindigkeit von 3,5 bis 4 km bei Wasserständen von 1,6 bis 2 m am Magdeburger Pegel erreicht wird.

In ähnlicher Weise benutzt man auf der Oder die Strecke von Fürstenberg bis Breslau (300 km) und auf der Donau die Strecke von Gönyö bis Wien (171 km).

---

1) Man muß Zugleistung und Schleppleistung unterscheiden: Die erstere in PS ist mechanische Arbeit, die andere in tkm hingegen Transportarbeit.

Tafel der Schleppleistungen.

Nr.	Strom	Strecke und Art des Schleppzugs	Nutzlast je PSi t	Schlepp-geschwindig-keit je Stunde km	Schlepp-leistung tkm
1	Rhein	Strecke Duisburg—Köln mit Maschinen von 1200 bis 1600 PSi und Nutzlasten von 4500 bis 6500 t in 3 bis 6 guten Schiffen im Durchschnitt	4,1	4,9	20,1
2	»	In derselben Strecke mit Zweischrauben-Dampfern von 800 bis 900 PSi und Nutzlasten von etwa 3000 t in 3 Schiffen, im Durchschnitt	3,7	5	18,5
3	Elbe	Strecke Wittenberge—Magdeburg mit Maschinen von 500 bis 1100 PSi und Nutzlasten von 2000 bis 5000 t in 5 bis 10 Schiffen, im Durchschnitt . .	4,6	4,2	19,3
4	»	Strecke Hamburg—Magdeburg mit Schiffen von 500 bis 1000 PSi und Nutzlasten von 2500 bis 5000 t in 8 bis 12 Schiffen im regelmäßigen Betrieb. . .	5	3,86	19,3
5	»	Strecke Magdeburg—Riesa mit gleichen Maschinen und Nutzlasten von 1700 bis 2500 t in 6 bis 9 Schiffen, wie vor.	3,3	3,6	11,9
6	»	Strecke Riesa—Tetschen (Laube) mit gleichen Maschinen und Nutzlasten von 1500 bis 2000 t in 5 bis 7 Schiffen, wie vor.	2,4	3,5	8,4
7	Weser	Strecke Bremen—Minden mit Maschinen von etwa 500 PSi und Nutzlasten von 1500 t in 4 bis 5 eisernen Schiffen, im Durchschnitt	3	4,2	12,6
8	»	Strecke Minden—Hameln mit gleichen Maschinen und 900 t Nutzlasten in 3 bis 4 eisernen Schiffen, im Durchschnitt	1,8	3,8	6,8
9	Oder	Strecke Stettin—Breslau mit Maschinen von 700 bis 750 PSi und Nutzlasten von 2000 bis 2500 t in 7 bis 8 Schiffen.	3	4	12
10	»	Strecke Fürstenberg—Breslau mit Maschinen von 500 bis 600 PSi und Nutzlasten von 1700 bis 2000 t in 4 bis 6 Schiffen	3,3	3,6	11,9
11	Donau	Strecke Drencova—Gönyö (von unterhalb Bazias bis oberhalb Budapest) mit Maschinen von 700 bis 800 PSi mit 2300 bis 6000 t Nutzlasten in 4 bis 10 Schiffen im Jahresdurchschnitt.	3,9	5	19,5
		Besonders gute Leistungen im Mittel	6,5	4,24	27,7
		Beste Leistungen	7,9	4	31,6

Nr.	Strom	Strecke und Art des Schleppzugs	Nutzlast je PSi t	Schlepp-geschwindigkeit je Stunde km	Schlepp-leistung tkm
12	Donau	Strecke Gönyö—Wien mit Maschinen von 700 bis 900 PSi und mit Nutzlasten von 1000 bis 1600 t in 2 bis 4 Schiffen im Jahresdurchschnitt	1,5	5	7,5
		Besonders gute Leistungen im Mittel	2	5	10
		Beste Leistung mit einer Maschine von 1000 PSi mit 2007 t Nutzlast in 4 Schiffen von je 650 t Tragfähigkeit	2	5,17	10,34
13	»	Strecke Wien—Passau mit Maschinen von 600 bis 750 PSi und mit Nutzlasten von 900 bis 1250 t in 2 bis 3 Schiffen im Jahresdurchschnitt	1,4	4,5	6,3
		Beste Leistungen im Mittel	1,8	4,2	7,7

Aus einer großen Zahl von Probefahrten (namentlich auf dem Rhein) und aus den Betriebsergebnissen mit neuen guten Schleppdampfern ist die vorstehende Tafel zusammengestellt worden. Es sind für die einzelnen Stromstrecken die von je einer indizierten Pferdestärke geschleppte Nutzlast (in t) und die dabei beobachtete scheinbare Geschwindigkeit des Schleppzuges (in km je Stunde) im Durchschnitt ermittelt worden. Daraus ergibt sich die Schleppleistung in tkm in der letzten Spalte.

Es sind im allgemeinen Seitenraddampfer benutzt worden; nur unter Nr. 2 sind Leistungen von Schraubendampfern und unter Nr. 9 und 10 solche von Heckraddampfern aufgeführt. (Die Angaben für die Donau sind dem Buche von Suppan entnommen.)

Auf der Wolga soll ein Schleppdampfer von 2000 PSi eine Nutzlast von 14800 t schleppen, also 7,4 t je PSi, was auf der mittleren Donau mit viel schwächeren Maschinen erreicht wird. Überhaupt ist zu erwähnen, daß die Schleppleistung in tkm nicht mit wachsender Maschinenstärke zunimmt; vielmehr ist oft die Schleppleistung schwächerer Maschinen größer. (Der wirtschaftliche Vorteil der Schleppdampfer mit stärkeren Maschinen liegt in den geringeren Betriebskosten je tkm.) Ferner ergibt sich aus dem Vergleich der einzelnen (hier nicht mitgeteilten) Fahrten, daß die Schleppleistung mit einer kleineren Zahl von Lastschiffen zunimmt. Ebenso nimmt sie mit dem höheren Gesamtwirkungsgrade der Maschinenanlagen zu.

Die in der Tafel aufgeführten Durchschnittzahlen, in denen die vorbemerkten Unterschiede bereits verschwunden sind, schwanken in weiten Grenzen zwischen 6,3 tkm in der oberen Donaustrecke und 31,6 tkm in der unteren ungarischen Donau. Ähnliche Unterschiede zeigen sich zwischen den verschiedenen Strömen. Sie haben ihre Ursache in den Verschiedenheiten

des Fahrwassers (Gefälle, nutzbare Breite und Tiefe), des Anhangs (Zahl, Größe, Form und Baustoff der Lastschiffe) und der Art seiner Befestigung (ein oder mehrere Schlepptrossen, enge oder weit gekoppelt) sowie des Schleppdampfers. Die Verschiedenheit der Schleppdampfer auf den einzelnen Strömen kann aber ausgeschaltet werden, da heute fast überall gute Maschinenanlagen und zweckmäßige Schiffsformen verwendet werden.

Wenn man die Schleppleistungen der Tafel, namentlich Nr. 1 und 4 in den beiden Versuchstrecken des Rheins und der Elbe mit den Schleppleistungen guter Dampfer vor etwa 25 Jahren vergleicht, wozu eine Zahl von älteren Beobachtungen zur Verfügung steht, so ergibt sich eine Zunahme von durchschnittlich 6 tkm auf dem Rhein und 2 tkm auf der Elbe. Sie ist aus der Verbesserung der Dampfschiffe, aus der Vergrößerung und Verbesserung der Schleppschiffe (hinsichtlich Baustoff und Form) und aus der Verbesserung des Fahrwassers zu erklären.

Bei der **Beschaffung** von Schleppdampfern pflegt man die in der Tafel mitgeteilten Schleppleistungen in einer bestimmten Stromstrecke zu vereinbaren und überläßt es der Schiffbauanstalt, der Maschine die dazu erforderliche Stärke zu geben. Zuweilen wird auch eine bestimmte Zugleistung verlangt und diese bei der Probefahrt durch Messung der Geschwindigkeit und der Zugkraft (W_2) mittels eines in das Schlepptau eingeschalteten Zugkraftmessers (Dynamometers) ermittelt. Dies Verfahren eignet sich nur für Schleppfahrten in stillem Wasser. Zweckmäßiger ist es, besonders bei Schraubendampfern, die auf verschiedenen Wasserstraßen verkehren sollen, die Zugkraft des Schiffes in tiefem, stillem Wasser an festgelegtem Schlepptau zu vereinbaren. (Da man das Tau gewöhnlich an einem Pfahl befestigt, nennt man diese Ermittelungen »Pfahlproben«.) Dabei wird die Geschwindigkeit fast zu Null (vgl. S. 439). Die mittels des Zugkraftmessers ermittelte Zugkraft ist etwas größer als die wirkliche Zugkraft (W_2) bei der Schleppfahrt, weil der Eigenwiderstand des Dampfers (W_1) noch in Abzug gebracht werden muß. Gute Schraubendampfer zeigen bei der Pfahlprobe 11 bis 13 kg Zugkraft je PSi (während der Fahrt), Raddampfer etwa 1 kg mehr. Solche Versuche lassen sich leicht in Hafenbecken und Strombuchten ohne umständliche Vorrichtungen ausführen. Sie sind besonders zu empfehlen, um zwei Dampfer miteinander zu vergleichen oder den Erfolg von Veränderungen und Ausbesserungen an den Rädern, den Schrauben oder der Maschine eines Dampfers nachzuweisen.

Bei Güterdampfern wird die Tragfähigkeit und die Geschwindigkeit und bei Personendampfern die Größe und die Geschwindigkeit bei der Bestellung vereinbart. In allen diesen Fällen wird gewöhnlich der gesamte höchste zulässige Kohlenverbrauch je Fahrstunde festgesetzt und die Bemessung der Maschinenstärke der Schiffbauanstalt überlassen. Kleinere Schraubenschleppdampfer werden oft nach indizierten Pferdestärken bestellt und gehandelt; dann kommt es auf den Kohlenverbrauch je Pferdestärke und Stunde an.

Im übrigen erfolgt die Beschaffung von Dampfern in gleicher Weise wie bei Lastschiffen (S. 429) durch einen Vertrag, die Lieferungsbedingungen und die beigefügte mehr oder weniger genaue Beschreibung. Ein besonderer Wert wird auf die Einhaltung einer bestimmten Tauchtiefe in fertigem Zustande mit einem bestimmten Kohlenvorrat gelegt. Ferner sind Vereinbarungen nötig über die Lieferfrist, den Ort und die Ausführungsweise der Probefahrt, über die Überführung des Schiffes an seinen Bestimmungsort, die Zahlung des Kaufpreises, die Abnahme und die Haftpflicht, die gewöhnlich auf die Zeit von 6 Betriebsmonaten festgesetzt wird. Zuweilen stellt die Schiffbauanstalt für diese Zeit einen eigenen Maschinisten auf Kosten des Bestellers. Außerdem kommen Vertragstrafen und Entschädigungen in Frage, die für verspätete Lieferung und für Überschreitung der Tauchtiefe oder des vereinbarten Kohlenverbrauchs zu zahlen sind. Es ist wichtig, daß die Art der zu verwendenden Kohlen oder ihr Heizwert vereinbart wird. (Für die Lieferung von Dampfschiffen für den staatlichen preußischen Wasserbaudienst sind besondere Vorschriften erlassen, die zuweilen auch bei anderen Lieferungen zugrunde gelegt werden.)

Die Herstellungskosten sind im allgemeinen hinsichtlich des Schiffskörpers und der Ausrüstung ebenso zu veranschlagen wie bei den Lastschiffen. Die Ausrüstung und Ausstattung wird bei Dampfschiffen in der Regel vollständig mitgeliefert. Die Kosten der Maschinenanlage werden nach dem Gesamtgewicht mit 0,9 bis 1,1 Mark je kg veranschlagt. Dieser Preis gilt allgemein für Rad- und Schraubendampfer; doch kostet die Maschinenanlage eines Zweischraubendampfers etwa 0,1 Mark je kg mehr.

Der wirkliche Verkaufspreis von Dampfschiffen schwankt, abgesehen von den schon bei den Kosten der Lastschiffe angegebenen Ursachen (Baustoffe und Arbeitslöhne), ganz außerordentlich nach Angebot und Nachfrage. Wenn die Schiffbauanstalten nicht genügend mit Aufträgen versehen sind, um ihre Arbeiter und Maschinen zu beschäftigen, sind sie gezwungen, sich mit geringfügigem Gewinn zu begnügen oder gar auf solchen zu verzichten. Den Verlust bringen sie zu besseren Zeiten wieder ein, indem sie hohe Preise nehmen und den Unternehmergewinn nicht nur mit 10 v. H., sondern gelegentlich selbst mit 30 v. H. ansetzen.

Es ist daher schwer, angenähert richtige Preise anzugeben. Bei Personendampfern kommt es besonders auf die mehr oder minder vornehme Ausstattung der Kajüten an, die sich nach den Ansprüchen der Fahrgäste und den Wünschen des Bestellers richtet. Die auf S. 555 beschriebenen Personendampfer mit Schrauben der Gesellschaft »Stern« in Berlin kosteten bei verhältnismäßig einfacher Ausstattung je PSi 300 bis 350 Mark.

Für Schleppdampfer ist es etwas leichter, angenäherte Durchschnittspreise zu ermitteln, weil ihre Ausstattung im allgemeinen dieselbe ist und die Kosten ebenso wie die Größe fast ausschließlich von der Stärke der Maschinen abhängen. Doch schwanken auch diese Preise je PSi, die mit der

Zahl der Pferdestärken abnehmen, in weiten Grenzen. Es kosten zurzeit (1910/11)

Einschraubendampfer	von	100	bis	150	PSi	350	bis	300	Mark	je	PSi,
»	»	150	»	400	»	280	»	220	»	»	»
Zweischraubendampfer	»	100	»	150	»	380	»	330	»	»	»
»	»	150	»	800	»	320	»	220	»	»	»
Heckraddampfer	»	300	»	800	»	350	»	280	»	»	»
Seitenraddampfer	»	500	»	1500	»	370	»	240	»	»	»

Bei allen Dampfschiffen fällt ferner die Güte der Ausführung bei der Preisbestimmung sehr ins Gewicht.

Die Unterhaltungskosten (ohne Kohlen und Mannschaft) setzen sich aus den Kosten für die Betriebstoffe (Schmieröl, Putzwolle u. dgl.) und den Kosten für die laufenden Ausbesserungen zusammen. Bei Radschleppdampfern (von 500 bis 1500 PSi) kann man für jede dieser beiden Ausgaben einen durchschnittlichen jährlichen Betrag von 4 bis 7 Mark je PSi annehmen, wobei die niedrigeren Sätze für die stärkeren Dampfer gelten. Bei Schraubendampfern von 100 bis 500 PSi kann man die Kosten ebenso hoch veranschlagen.

3. Kraftschiffe mit Gasmaschinen.

Allgemeines. Unter Gasmaschinen versteht man Kraftmaschinen, die nicht durch die Spannung des Wasserdampfs, sondern durch die Spannung anderer Gase bewegt werden, die bei der Verbrennung von Leuchtgas, Sauggas, Benzin, Petroleum, Spiritus, Rohöl oder ähnlicher Stoffe entstehen.

Die Gasmaschinen sind Kolbenmaschinen, aber in der Regel einfach wirkend. Die Verbrennung der vergasten Brennstoffe, also die Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft, erfolgt bei ihnen innerhalb des Zilinders und die dabei entwickelte Spannung treibt den Kolben.

Die geschichtliche Entwicklung der Gasmaschinen beginnt nach verschiedenen mehr oder weniger erfolglosen Versuchen (z. B. von William Siemens und Lenoir im Jahre 1860) eigentlich erst mit dem von Otto im Jahre 1868 erfundenen sogenannten »neuen Motor« oder Deutzer Motor. Dies war eine im Viertakt arbeitende Gasmaschine, deren Grundgedanke noch heute bei allen solchen Maschinen im wesentlichen beibehalten worden ist. Zunächst hat sich die landfeste Leuchtgasmaschine daraus entwickelt; doch hatte ihre Anwendung auf Schiffen keinen Erfolg, schon allein, weil die Mitführung von stark verdichtetem Leuchtgas in schweren, umfangreichen Behältern den Betrieb umständlich und teuer machte. Auch waren die liegend gebauten Maschinen schwer und erforderten viel Raum und die Übertragung durch Räder oder Riemen auf die Schrauben- oder Radwelle erwies sich als unzweckmäßig. Im Jahre 1885 machten sowohl Otto wie Daimler (früher Ingenieur bei Otto) mit Benzinmaschinen die ersten Versuche auf kleinen Booten. Daimler brachte seine Maschine 1889 erfolgreich auf den Markt und wurde damit auf dem Gebiet der Ölgasmaschinen bahnbrechend. Während die Leuchtgasmaschinen 150 bis 160 Umdrehungen je Minute machten, erhöhte Daimler diese Zahl auf 500 bis 800. Bemerkenswert war bei seiner Erfindung das geschlossene Kurbelgehäuse, die übersichtliche Anordnung der Ventile und ihres Antriebs neben den beiden Zilindern und die zweckmäßige Anbringung der nötigen Schwungmassen.

Diese Maschine war von vornherein sehr geeignet für den Antrieb von kleineren Booten; die allgemeine Einführung wurde aber dadurch verzögert, daß die Fabriken zunächst dahin

strebten, einen sogenannten Universalmotor zu bauen, der sowohl für Landfuhrwerke (Automobile) wie für Schiffe geeignet sein sollte. Das führte zu Mißerfolgen; denn die letzteren verlangen durchaus eine andere, schwerere Bauart, die einen unbedingt sicheren andauernden Betrieb mit angemessenen Umlaufzahlen gewährleistet. Allmählich haben sich dann sowohl in Deutschland wie im Auslande zweckmäßige Maschinen herausgebildet, die mit verschiedenen Brennstoffen bedient werden.

Die Anordnung der Gasmaschinen erfolgt in der Regel nach Art der Hammermaschinen mit senkrecht stehendem Zilinder und unten liegender Kurbelwelle. Die Maschinen arbeiten entweder im Zweitakt oder im Viertakt. Der Zweitakt entspricht dem Vorgange bei einer einfach wirkenden Dampfmaschine und soll zuerst beschrieben werden.

In Abb. 489 ist *a* das gußeiserne Kurbelgehäuse, das mit dem Zilinder *b* fest verbunden und nach außen luftdicht abgeschlossen ist. Der Zilinder hat doppelte Wände, zwischen denen sich das Kühlwasser bewegt. Der Tauchkolben *c* ist in seiner tiefsten Stellung dargestellt und bildet zugleich die Geradführung für das Kurbelgetriebe. In seinem Innern ist die Schubstange *d* befestigt, deren anderes Ende die Kurbel *e* und durch sie die Welle mit dem Schwungrad bewegt, das außerhalb des Kurbelgehäuses liegt und gleichzeitig gewöhnlich zur Kuppelung der Schraubenwelle benutzt wird. Das abgeschlossene Kurbelgehäuse wirkt bei der Bewegung des Kolbens wie eine Pumpe (»Lade- und Spülpumpe«). Wenn der Kolben aufwärts geht, entsteht unter ihm, in dem Kurbelgehäuse, eine Luftverdünnung, wodurch sich infolge des Verbindungskanals *k* das Ventil *g* nach dem Vorraum *h* zu öffnet und den vergasten Brennstoff einläßt, der sich in diesem Vorraum mit der darin enthaltenen Luft vermengt. Ist der Kolben in seine höchste Stellung gelangt, gibt er den Schlitz *i* frei, so daß weitere frische Luft von außen in das Gehäuse und durch den Kanal *k* in den Vorraum tritt. Über dem Kolben wird während des Aufwärtsganges das in dem Zilinder vorhandene Gasgemenge zusammengepreßt (verdichtet) und in der höchsten Stellung des Kolbens (oder zuweilen auch ein wenig früher) durch die Vorrichtung *l* entzündet. Durch den Verbrennungsdruck (Explosion) und die Ausdehnung (Expansion) der Gase wird der Kolben abwärts bewegt und öffnet dabei den Auslaßschlitz *m*, durch den die verbrannten Gase (mit etwa $^1/_2$ Atm. Druck) nach außen entweichen. Gleichzeitig (oder ein wenig später) wird die gegenüber liegende Einlaßöffnung *n* frei und es tritt das durch den abwärts gehenden Kolben in dem Gehäuse und in dem Vorraum *h* bereits etwas verdichtete frische Gasgemenge in den Zilinder ein. Damit dieses sich besser von den Auspuffgasen sondert, ist auf dem Kolben eine kleine senkrechte Ablenkplatte *o* angebracht. Jetzt kann das Spiel von neuem beginnen.

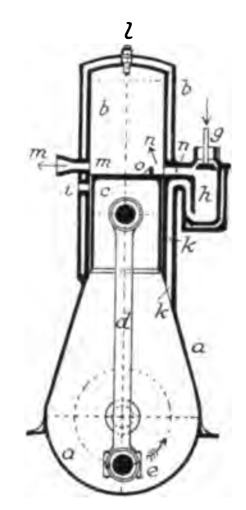


Abb. 489. Gasmaschine im Zweitakt.

Wie man sieht, braucht man bei dieser Anordnung der Zweitaktmaschine keine besondere Steuervorrichtung, weil der Kolben durch die verschiedenen Schlitze das alles selbst besorgt. Nur zur richtigen Bedienung der Zündvorrichtung wird ein Hebelgestänge durch ein auf der Welle angebrachtes Exzenter bewegt. Dies sind für die Verwendung von Benzin oder Petroleum die einfachsten Gasmaschinen. Abb. 490 zeigt eine amerikanische Ausführung mit 4 Zilindern[1]).

Die Mängel solcher Maschinen liegen in dem zuletzt beschriebenen Vorgange über dem Kolben bei dessen Abwärtsbewegung: Das frisch eintretende Gasgemenge soll sich über die austretenden Abgase schichten und diese herausdrängen. Das wird zuweilen nur unvollständig erreicht und es ent-

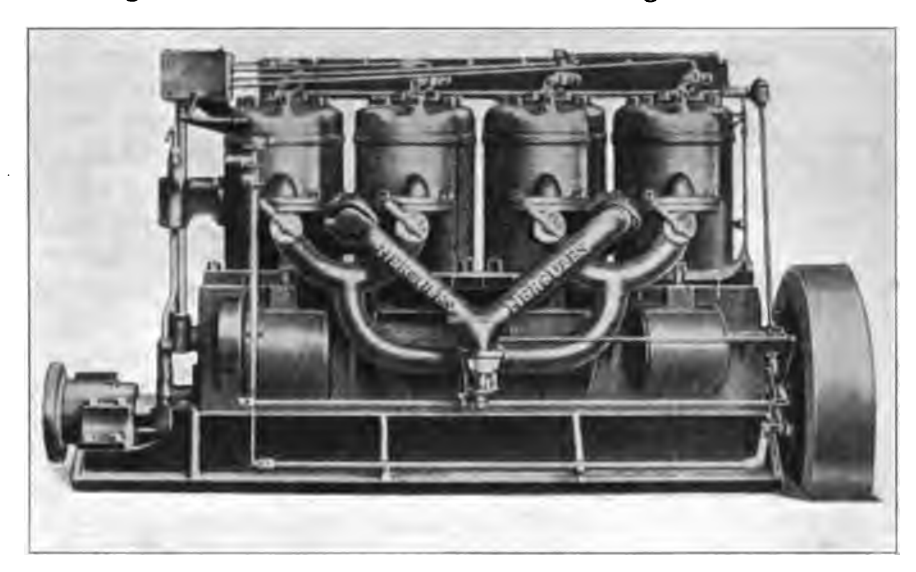


Abb. 490. Amerikanische Zweitakt-Gasmaschine für Petroleum.

stehen Gasverluste und schlechte, zuweilen auch vorzeitige Verbrennung (Frühexplosionen). In allen Fällen erfordern diese Maschinen eine verhältnismäßig große Menge Brennstoff und sind daher nur wirtschaftlich, wenn dieser für billigen Preis beschafft werden kann.

Eine bessere Wärmeausnutzung erreicht man, wenn das Gasgemenge oben durch die Mitte des Zilinders durch ein Ventil eingeführt wird; doch verliert die Maschine durch die erforderlichen Steuerungseinrichtungen ihre Einfachheit.

Während beim Zweitakt bei jedem Niedergang des Kolbens Arbeit geleistet wird und der Aufgang des Kolbens, der zweite Takt, durch das Schwungrad (den Arbeitspeicher) bewirkt wird, muß das letztere bei der

1) Aus Romberg, Über Schiffsgasmaschinen, Vortrag in der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Berlin, November 1909. Diesem Werke sind mehrere Abbildungen entnommen worden.

Viertaktmaschine zwei volle Umdrehungen ausführen, bis ihm wieder neue Arbeit zugeführt wird. Bei dem ersten Hub des Kolbens (abwärts) wird das Gasgemenge in den Zilinder gesaugt, bei dem zweiten Hub (aufwärts) wird das Gemenge verdichtet und am Ende entzündet, bei dem dritten Hube dehnen sich die Verbrennungsgase aus (Expansion) und leisten Arbeit, und bei dem vierten Hube werden die verbrannten Gase (Abgase) aus dem Zilinder herausgedrückt. Dieser Vorgang scheint umständlich, aber er trennt die einzelnen Arbeiten genau und ermöglicht dadurch ihre sorgfältige mechanische Ausbildung.

In Abb. 491 ist eine Viertaktmaschine mit seitlich angeordneten Ventilen dargestellt: Das Kurbelgehäuse (*a*) dient hier nicht als Pumpe, ist aber doch gut verschlossen und nimmt im unteren Teile das Schmieröl auf. Zilinder (*b*), Kolben (*c*), Schubstange (*d*) und Kurbel (*e*) zeigen keine Verschiedenheit von der Zweitaktmaschine. Beim Niedergang des Kolbens tritt bei *g* das Gasgemenge durch das Ventil *h*, das sich nach innen öffnet, in den Zilinder. Bei einigen Maschinenarten öffnet sich dies Ventil durch die Saugwirkung des Kolbens von selbst, bei besseren Ausführungen wird es aber gesteuert. Beim Aufgang des Kolbens wird das verdichtete Gemenge am Ende des Hubes (oder besser mit »Vorzündung« ein wenig früher) durch die Vorrichtung *l* entzündet und es folgt der Arbeitshub als nächster Niedergang. Wenn der Kolben den unteren toten Punkt erreicht hat, öffnet sich das Ventil *i* und die Abgase werden beim vierten Hube durch den aufsteigenden Kolben durch das Rohr *m* hinausgedrängt. Das Ventil *i* öffnet sich gleichfalls nach innen und muß daher mit großer Kraft gegen den inneren Druck bewegt werden. Beide Ventile (*h* und *i*) werden in der Regel gleich groß gemacht und genau eingeschliffen. Teller und Stange (*k*) bestehen aus einem Stück und stehen auf einem »Stößel«, der in zilindrischer Führung steckt und unten mit einer kleinen Rolle versehen ist, die auf der Steuerscheibe gleitet. Die Ventile werden durch die starken Spiralfedern (*o*) fest auf ihren Sitz gepreßt und durch »Nocken« gehoben, die sich auf den Steuerscheiben befinden. Diese Scheiben sitzen auf den Steuerwellen (*n*), die durch Zahnradvorgelege (*f*) von der Kurbelwelle angetrieben werden. Das Vorgelege ist in der Regel gleichfalls mit dem Kurbelgehäuse eingekapselt.

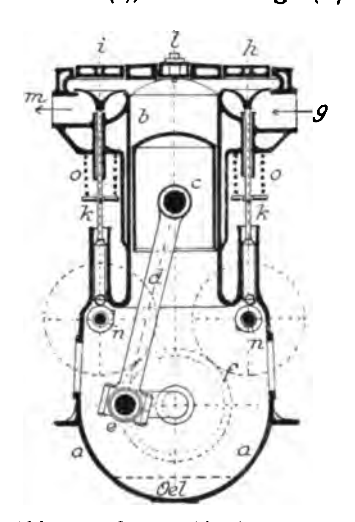


Abb. 491. Gasmaschine im Viertakt.

Beide Steuerwellen liegen in diesem Beispiel in dem Kurbelgehäuse und die beiden Ventile seitlich von dem Zilinder. Zuweilen werden beide Ventile auf derselben Zilinderseite angebracht und man braucht dann nur eine

Steuerwelle. Einzelne Fabriken legen auch ein oder beide Ventile in den Zilinderdeckel und eine oder beide Steuerwellen über oder neben den Zilinderdeckel. In diesem Falle erfolgt der Antrieb gewöhnlich durch eine stehende Welle und Kegelradübertragung. Man sieht, daß die Anordnung sehr verschieden sein kann. Wichtig ist, daß man stets leicht zu den Ventilen gelangt. Im vorliegenden Beispiel befinden sich über den Ventilen *h* und *i* Klappen in dem Zilinderdeckel, der ebenso wie der Zilinder mit Hohlräumen zur Wasserkühlung versehen sein muß.

Das Schwungrad ist bei der einfachen Viertaktmaschine noch wichtiger als beim Zweitakt und muß entsprechend schwer gemacht werden. In der Regel werden aber beide Arten für den Schiffahrtbetrieb als Zwillingsmaschinen gebaut und deren beide Zilinder oft in einem Stücke gegossen. Die Kurbeln werden gewöhnlich um 180° gegeneinander versetzt, wodurch die Stöße in der Maschine verringert werden. Bei Maschinen über 20 Pferdestärken pflegt man 4 Zilinder und über 60 Pferdestärken 6 Zilinder zu wählen. Damit kann ein vollständiger Massenausgleich und ein vollkommen ruhiger Gang auch ohne Schwungrad erreicht werden, das beim Antrieb von Schraubenschiffen stets lästig ist, weil man bei großem Raddurchmesser die Schraubenwelle nicht tief genug legen kann. Die Kurbeln aller Zilinder sind an derselben Welle wirksam und werden von denselben Steuerwellen bedient. Ausnahmsweise werden zuweilen je 2 Zilinder über einander gestellt, wodurch im Schiffe weniger Raum in Anspruch genommen wird.

Während des Ganges kann man also die Nachteile der einfach, in mehreren Takten wirkenden Gasmaschinen durch eine größere Zahl von Zilindern überwinden; es bleibt aber die Schwierigkeit des Anlassens, um die Maschinen in Gang zu bringen. Für kleinere Maschinen benutzt man dazu eine Andrehvorrichtung, indem man mittels einer Handkurbel und einer Kettenübertragung die Kurbelwelle so lange dreht, bis die Maschine selbständig arbeitet. Dabei werden in der Regel Sicherheitseinrichtungen angebracht, die die Andrehvorrichtung ausschalten, sobald dieser Zeitpunkt eingetreten ist. Für größere Gasmaschinen müssen zum Anlassen andere Kräfte herangezogen werden und zwar neuerdings gewöhnlich Preßluft, die von der Maschine auf Vorrat erzeugt wird. Hierin liegt ein bedeutender Nachteil der Gasmaschinen gegenüber den Dampfmaschinen, die, mit 2 Zilindern versehen, in jedem beliebigen Augenblick »anspringen«.

Bei allen Gasmaschinen muß wegen der starken, bei der Verbrennung entstehenden Hitze eine Kühlung der Zilinderwände bewirkt werden. Das dazu nötige Wasser wird auf Schiffen durch eine von der Kurbelwelle angetriebene Pumpe (Zahnrad- oder Exzenter- oder Flügel- oder Kreisel- oder Kolbenpumpe) durch ein Bodenventil aus dem Fahrwasser entnommen und durch die Hohlräume in dem Mantel und dem Deckel des Zilinders getrieben. In der Regel wird in die Saugeleitung noch ein Kühlwasserreiniger (Filter) eingeschaltet. Bei Booten, die in seichtem Fahrwasser verkehren,

verstopft sich leicht das Bodenventil und es wird vorgezogen, das Kühlwasser aus besonderen Wasserkammern zu entnehmen, die in der Bilge zwischen den Spanten eingebaut und durch die dünne Blechhaut hindurch vom Fahrwasser kühl gehalten werden. Das Kühlwasser macht dann nur einen Kreislauf.

Die Abgase gehen von dem Zilinder zunächst in einen zilindrischen »Auspufftopf«, der zugleich als Schalldämpfer dient. Weil die Gase noch sehr heiß in dieses aus starkem Blech gebaute Gefäß eintreten, wird es in der Regel mit einem Mantel versehen, der durch das von den Zilindern kommende Wasser durchspült und gekühlt wird. Von dem Auspufftopf führt man die Abgase meistens nach dem Heck des Schiffes und läßt sie über oder unter Wasser austreten. Zuweilen wird über der Maschine ein besonderer Schornstein errichtet. Bevor die Abgase in den Auspufftopf gelangen, benutzt man einen Teil ihrer Wärme zur Erwärmung des noch zu erwähnenden Vergasers und der ihm zugeführten frischen Luft. Außerdem benutzt man die Spannung, mit der sie aus dem Zilinder treten und die etwa eine Atmosphäre Überdruck beträgt, um den flüssigen Brennstoff, der gewöhnlich tiefer als die Maschine in einem geschlossenen Blechgefäß (aus Kupfer) aufbewahrt wird, aus diesem nach der Maschine zu drücken. Zu diesem Zweck läßt man einen Teil der Abgase durch ein sogenanntes Reduzierventil gehen, wodurch der Druck auf eine halbe Atmosphäre vermindert wird. In diese Druckleitung muß ein Manometer eingeschaltet werden. Auch wird in der Regel noch eine kleine Handluftpumpe angeordnet, um auch ohne die Abgase den Brennstoff durch Luftdruck anzusaugen. Besser ist eine besondere von der Maschine betriebene Brennstoffpumpe. Sowohl die Saugeleitung der Kühlwasserpumpe wie das unter Wasser geführte Rohr der Abgase muß mit einem Rückschlagventil versehen werden.

Eine zuverlässige Schmierung ist für alle Gasmaschinen von großer Wichtigkeit und die allgemein übliche Form des Kurbelgehäuses schützt nicht nur vor Staub und herumspritzendem Öl, sondern erleichtert auch die reichliche Schmierung der Wellenlager, Kurbelzapfen usw. bei sparsamem Ölverbrauch. Das Schmieröl (nur Mineralöl, das keinen Ruß bildet) wird darin auf bestimmter Höhe gehalten und von Zeit zu Zeit erneuert. Die Kurbeln tauchen beim Betriebe ein und spritzen das Öl nach allen Seiten bis hinauf in den Kolben und die inneren Zilinderwände. Für die beweglichen Teile außerhalb des Kurbelkastens wird meistens eine Sammelschmierung von einem erhöht aufgestellten Behälter aus oder eine von der Maschine bewegte Ölpumpe angeordnet. Bei großen Maschinen wird neuerdings »Preßschmierung« angewendet, wobei den Kurbelwellen-, Schubstangen- und Kolbenbolzenlagern sowie den Zilindern dauernd das Öl unter Druck zugeführt wird. Die Kurbelwellen, Schubstangen usw. werden zu diesem Zweck in ihrer Achse durchbohrt, so daß das Öl durch seitliche, quergebohrte Öffnungen in die Lager tritt. Dadurch wird gleichzeitig eine Kühlung erreicht, was besonders für den Kolben nötig ist. Der Verbrauch von Schmieröl ist sehr beträchtlich.

Die Geschwindigkeitsregelung erfolgt durch einen entweder stehend oder liegend angeordneten Fliehkraftregeler, der von der Kurbelwelle angetrieben und meistens in einem Blechgehäuse eingekapselt wird. Er wirkt gewöhnlich durch Hebelübersetzung auf eine Drosselklappe in dem Zuführungsrohr des Heizstoffs zum Zilinder und auf einen Luftzuführungschieber. Bei einzelnen Maschinen ist eine »Aussetzer«-Regelung angebracht, wobei der Regeler ein Zwischenstück zwischen Stößel und Ventilstange des Einlaßventils bewegt, so daß bei zu schnellem Gange der Maschine diese Ventile weniger oder gar nicht gehoben werden, also weniger oder gar kein Brennstoff in den Zilinder gelangen kann. Außer dem selbstwirkenden Fliehkraftregeler ist noch eine Regelung der Drosselklappe oder der Aussetzervorrichtung durch einen Handhebel vorzusehen.

Die Leistung der Gasmaschinen, die gewöhnlich durch Bremsung[1]) der Kurbelwelle gemessen und stets in nutzbaren (effektiven) Pferdestärken (PSe) ausgedrückt wird, hängt von der Zahl und dem Durchmesser der Zilinder und dem mittleren Gasdruck auf den Kolben oder richtiger dem Druck- und Wärmegefälle ab. Abweichend von der Dampfmaschine ist man bezüglich des Zilinderdurchmessers bei Gasmaschinen beschränkt, weil der Tauchkolben zugleich die Kreuzkopfführung ersetzt. Die Zilinderdurchmesser werden daher in der Regel nicht größer als 300 mm gewählt, meistens nur zu 150 bis 180 mm und bei Bootmaschinen zu 100 bis 120 mm. Der Hub beträgt bei kleinen Maschinen 120 bis 150 mm, bei den größten etwa 300 mm, selten mehr.

Bei dem Gasdruck muß man zwischen dem Verdichtungsdruck und dem Verbrennungsdruck unterscheiden. Je nachdem das entzündete Gasgemenge durch Verpuffung (Explosion) wirkt oder unter angenähert gleichem Druck verbrennt, unterscheidet man Verpuffungsmaschinen und Gleichdruckmaschinen, deren Eigenschaften unten beschrieben werden sollen.

Bei dem Vergleich der Viertaktmaschine mit der Zweitaktmaschine erkennt man zunächst, daß die letztere bei gleichem Zilinderdurchmesser, gleichem Hub und gleicher Umlaufzahl in derselben Zeit mehr Arbeit leistet als eine Maschine im Viertakt. Während sie doppelt so viel Brennstoff verbraucht, ist die Leistung aber nicht doppelt, sondern nur 1,75 bis 1,8mal so groß, weil infolge der oben besprochenen Schichtung der Gase im Zilinder die Ausnutzung des Brennstoffs schlechter ist: Die Zweitaktmaschine hat einen sogenannten schlechteren »thermischen« Wirkungsgrad. Es arbeitet eine Zweitaktmaschine besonders bei hohen Umlaufzahlen mangelhaft, weil

1) Die Bremsversuche schnell laufender Maschinen auf besonders eingerichteten Bremsstationen sind nicht leicht und führen oft zu schwankenden Ergebnissen. Die Leistungen der in das Schiff eingebauten Maschinen entsprechen ferner nicht immer den Bremsversuchen. Das ist namentlich bei Gasmaschinen mit Vergasern daraus zu erklären, daß die Luft- und Vergasungsverhältnisse verschieden sind. — Man kann die Druckverhältnisse und die Spannungen in den Zilindern der Gasmaschinen auch durch Indikatorschaulinien feststellen; das ist aber ein recht schwieriges Unternehmen.

bei der kurzen Zeit zum Auspuffen, Spülen und Laden die Gase schlecht geschichtet und leicht durcheinander gewirbelt werden. Da man ferner bei dem Viertakt die Veränderung des Gasgemenges und die Füllung besser beherrscht, kann man die Geschwindigkeit in weiteren Grenzen verändern, was beim Schiffsbetrieb wichtig ist.

Je nach dem Brennstoff, für den die Gasmaschinen besonders eingerichtet sind, unterscheiden wir Benzinmaschinen, Ölmaschinen und Sauggasmaschinen.

Benzinmaschinen werden gewöhnlich in der Binnenschiffahrt nur zu kleineren Arbeitsleistungen auf Booten und dergleichen benutzt, weil der Brennstoff teuer ist. Die meisten Maschinen dieser Art sind so eingerichtet, daß sie mit kleinen Abänderungen auch mit Spiritus oder (gereinigtem) Petroleum bedient werden können. Sie arbeiten gewöhnlich im Viertakt und sind Verpuffungsmaschinen. Das Gasgemenge im Zilinder wird durch den aufsteigenden Kolben auf 8 bis 10 Atmosphären verdichtet und durch eine besondere Vorrichtung entzündet, so daß der Verpuffungsdruck 16 bis 25 Atmosphären erreicht. Bei Verwendnng von Petroleum beträgt der Verdichtungsdruck höchstens 8, und der Verpuffungsdruck höchstens 20 Atmosphären.

Zur Herstellung des Gasgemenges, das im erforderlichen Verhältnis von vergastem Brennstoff und atmosphärischer Luft der Maschine zugeführt werden soll, brauchen diese Maschinen einen Vergaser. Er hat die Aufgabe, eine innige Mischung von fein zerteiltem Ölnebel mit Luft herzustellen. Es entsteht dabei die Schwierigkeit, zu verhindern, daß der fein zerteilte Ölstaub sich an kalten Maschinenteilen wieder zu Tropfen verdichtet, wodurch die Verbrennung unvollkommen würde. Wenn man aber dem Vergaser Wärme zuführt und bis zur Verdampfung des Benzins gelangt, so ist dies wiederum nachteilig, weil man zur Verhütung der Selbstentzündung dann die Verdichtung des Gemenges im Zilinder nicht sehr weit treiben und deshalb nur eine schwache Wirkung erreichen kann. Wichtig ist ferner, das Gemenge stets in gleichem Verhältnis herzustellen, unabhängig von dem wechselnden Verbrauch in der Maschine (bei verschiedener Geschwindigkeit) und unabhängig von der Wärme der Außenluft.

Der Vergaser wird in mancherlei Formen hergestellt: Die Oberflächenvergaser, zu denen auch die Dochtvergaser gehören, haben sich weniger als die Spritzvergaser bewährt, die neuerdings allgemein verbreitet sind. Bei diesen wird der beim Niedergang des Kolbens angesaugte Brennstoff in einem Gefäß durch einen Schwimmkörper in unveränderlicher Höhe erhalten und von dort durch eine Düse in ein zweites Gefäß eingespritzt, wo er sich mit der zugeführten (meistens vorgewärmten) Luft vermengt. Das die Düsenöffnung regelnde Ventil wird gleichfalls durch die Saugwirkung des niedergehenden Kolbens bewegt, so daß die Herstellung des Gasgemenges nur erfolgt, wenn die Maschine arbeitet. In dem zum Zilinder führenden Rohr wird in der Regel eine Drosselklappe angebracht, durch die die Füllung des Zilinders und damit auch die Geschwindigkeit der Maschine geregelt werden kann. Bei starker Drosselung entsteht aber im Vergaser ein Unterdruck, der eine stärkere Zuführung von Brennstoff bewirken würde und, um dies zu vermeiden, muß gleichzeitig eine gewisse Menge von Zusatzluft (meistens angewärmt) hinzugeführt werden.

Die Zahl der für den Betrieb des Vergasers erforderlichen Ventile ist ziemlich groß, die Anordnung ist ziemlich verwickelt und führt daher häufig zu Betriebstörungen. Wenn der Brennstoff aus Spiritus (mit Benzol gemischt) oder aus Petroleum besteht, so wird es in der Regel nötig, die Maschine zunächst mit Benzin in Gang zu bringen, weil die anderen Brennstoffe nur in stark erwärmten Vergasern sich verflüchtigen. Solche Maschinen müssen daher mit Doppelvergasern versehen werden, von denen der eine für Benzin und der andere für Spiritus oder Petroleum eingerichtet ist. Zuweilen zieht man es vor, den Vergaser für Petroleum mittels einer besonderen Lampe zu erwärmen. Benzin vergast bei etwa 50° C, Petroleum braucht mehr als 150°. Ganz zuverlässig arbeitende Petroleumvergaser gibt es übrigens noch nicht.

Die Entzündung des verdichteten Gasgemenges im Zilinder erfolgt heute meistens durch elektrische Funken. Früher benutzte man Glührohrzündung, wobei ein Platinröhrchen durch eine stets brennende offene Flamme glühend erhalten wurde. Neben anderen Mängeln fehlte bei dieser Einrichtung die Möglichkeit, den Zeitpunkt der Zündung zu regeln. Das ist von Wichtigkeit. Durch vorzeitige Zündung wird das Triebwerk der Maschine stark beansprucht und es erfolgen Stöße, während bei zu später Zündung die Verbrennung unvollkommen wird, wodurch die Leistung vermindert und der Brennstoffverbrauch vermehrt wird. Es ist vorteilhaft, wenn man den Zündpunkt während des Betriebes etwas verändern kann, so daß die Zündung beim Anlassen etwa im Totpunkt der Maschine (oder sogar etwas später), während des Ganges aber früher (bei etwa 0,8 des Hubs bei schnell laufenden Maschinen) erfolgt. Fehlzündungen schädigen sehr die Betriebsicherheit. Bei elektrischer Zündung wirkt die Abreißzündung mit Schwachstrom sicher; die Kerzenzündung, wobei der starke Primärstrom außerhalb des Zilinders im Augenblick der Zündung unterbrochen wird, ist einfacher, aber weniger sicher wegen des kleineren Funkens. Bei der Abreißzündung geht der Primärstrom durch die Zündflansche und bewirkt im Zilinder mittels eines mechanisch (meistens durch Exzenter von der Steuerwelle) gesteuerten Abreißgestänges im Augenblick der Zündung schnell hintereinander mehrere Eröffnungsfunken. Bei größeren Maschinen ordnet man 2 bis 3 Zündstellen in jedem Zilinder an. Der elektrische Strom wird entweder durch Sammelbatterien oder häufiger durch kleine magnetelektrische Dynamos geliefert, die von der Maschine selbst angetrieben werden. Es ist von Wichtigkeit auf Schiffen, daß die Drahtleitungen gut gegen Wasser und Öl (in Bleirohren) isoliert werden, so daß sie nicht feucht werden, wodurch unangenehme Betriebstörungen hervorgerufen werden können.

Die 2 oder 4 Zilinder dieser Maschinen werden in der Regel nebeneinander angeordnet. In Abbildungen 492 bis 495 ist eine neuere vierzilindrige Bootmaschine (von Wolf und Struck in Aachen) dargestellt, bei der die im Viertakt arbeitenden Maschinen zu je 2 übereinander gestellt sind.

Es gibt nur 2 Schubstangen und auch die Zahl der Wellenlager ist vermindert, wodurch die Maschine kürzer geworden ist und im Schiffe weniger Raum braucht. Das Schwungrad (*c*) liegt zwischen beiden Pleuelstangen. Beide Kolben (*d* und *e*) der übereinander stehenden Zilinder (*a* und *b*) sind durch je eine Kolbenstange (*g*) verbunden, die der Länge nach durchbohrt ist, so daß der im Kurbelgehäuse erzeugte Schmierölstaub zum oberen Zilinder hindurch dringen kann.

Diese Maschine leistet bei 120 mm Zilinderdurchmesser, 140 mm Hub und 700 bis 750 Umdrehungen je Minute an der Kurbelwelle 16 bis 20 nutzbare Pferdestärken und wiegt etwa 700 kg.

Allgemein kann man bei diesen Verpuffungs-Benzinmaschinen mit einem Zilinder (innerhalb der früher angegebenen Grenzen) höchstens 20 PS leisten, bei kleinen Bootmaschinen 10 PS. Dabei ist eine höchste zulässige Kolbengeschwindigkeit von 4,5 m je Sekunde angenommen, die nicht überschritten werden kann, wenn man nicht zu große Umdrehungszahlen erhalten will. Mit 6 und ausnahmsweise 8 Zilindern erreicht man 100 und ausnahmsweise 200 PS. In der nachstehenden Tafel sind Mittelwerte für Vierzilindermaschinen zusammengestellt. Zweizilindrige leisten etwa die Hälfte, sechszilindrige etwa 1,5 mal so viel. Mit Petroleumheizung erreicht man um 0,05 bis 0,1 weniger[1]).

Das Gewicht dieser Maschinen einschließlich des Schwungrads schwankt je Nutzpferdestärke zwischen 40 und 18 kg bei Leistungen von 10 bis 100 PS. Mehrzilindrige Maschinen brauchen weniger Schwungmassen. Langsam laufende Maschinen von 300 bis 500 Umdrehungen sind schwerer als schnell

1) Aus M. H. Bauer, Das Motorboot und seine Behandlung. Leipzig 1906.

Benzinmaschine mit 4 Zilindern von 20 PS, Abb. 492 bis 495.

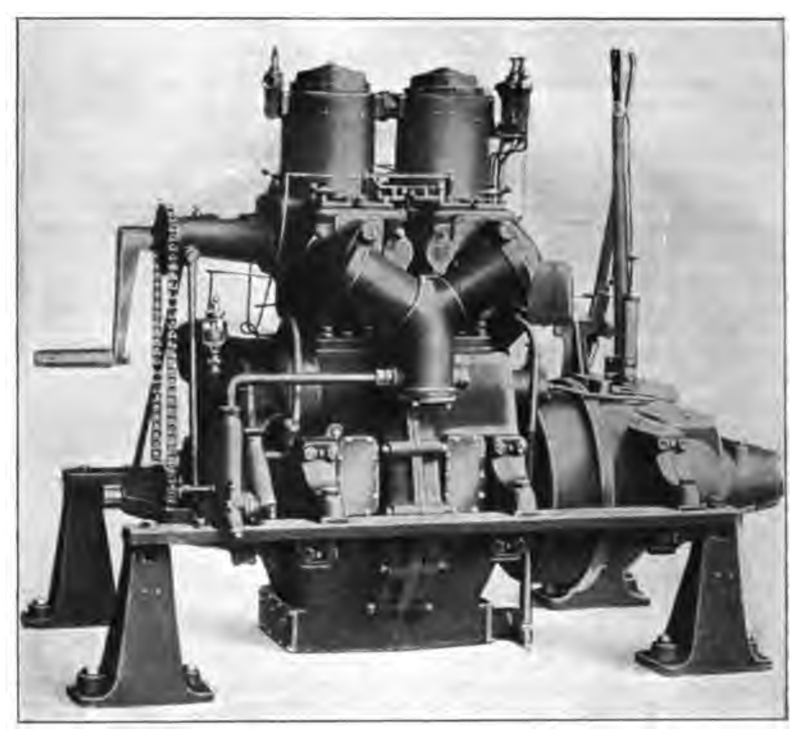


Abb. 492. Ansicht der Auspuffseite.

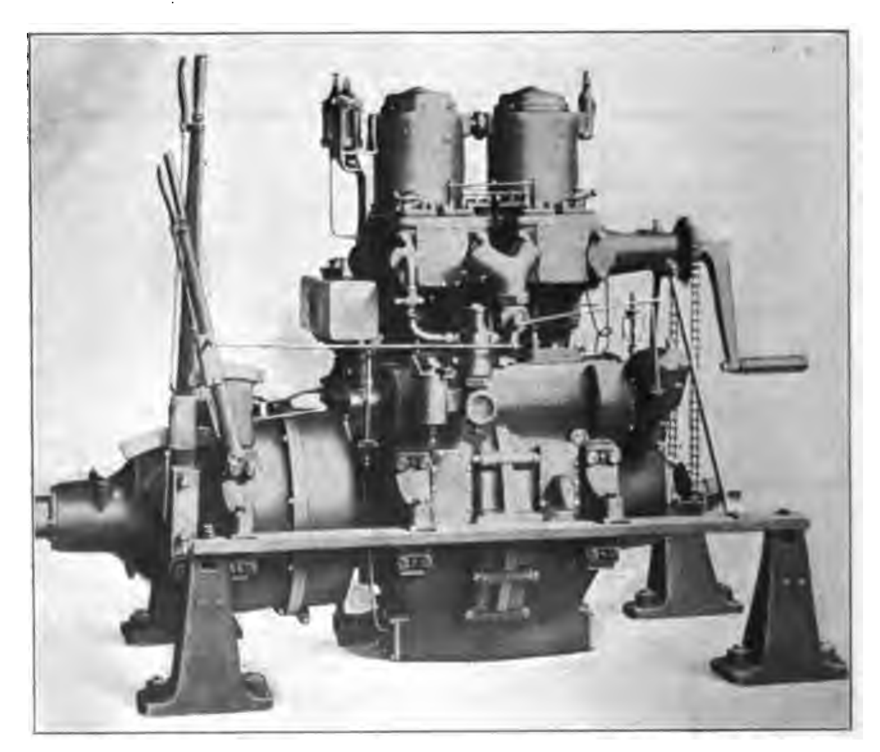


Abb. 493. Ansicht von der Vergaserseite.



a Oberer Zilinder
b Unterer Zilinder
c Schwungrad
d Oberer Kolben
e Unterer Kolben
f Raum über dem Kolben
g Kolbenstange (durchbohrt)
h Kurbelgehäuse
i Obere Pleuelstangenköpfe
k Kurbelwelle durchbohrt
l Untere Pleuelstangenköpfe
m Ölpumpe
n Ölbehälter
o Wasseranschlüsse
p Ansaugleitung (im Zilinder)
q Auspuffleitung (im Zilinder)
r Ventile
s Kupplungsgehäuse (Wendegetriebe)
t Gegendrucklager
u Andrehvorrichtung
v Vergaser
w Abreißzündung
x Fliehkraftregeler
y Drosselklappe
z Hebel für Schnell- und Langsamgang
A Eingekapselte Kohlenpumpe
B Schutzkasten
C Abnehmbare Haube
D Klappen in der Haube
E Türen im Schutzkasten
F Ölbehälter
G Wasserrücklauf
H Ölablaßstutzen
I Wasserablaßstutzen an der Pumpe
K Auspuffkrümmer
L Elektro-Magnet
M Steuerwelle
N Kabelhalter
O Wasseransaugstutzen

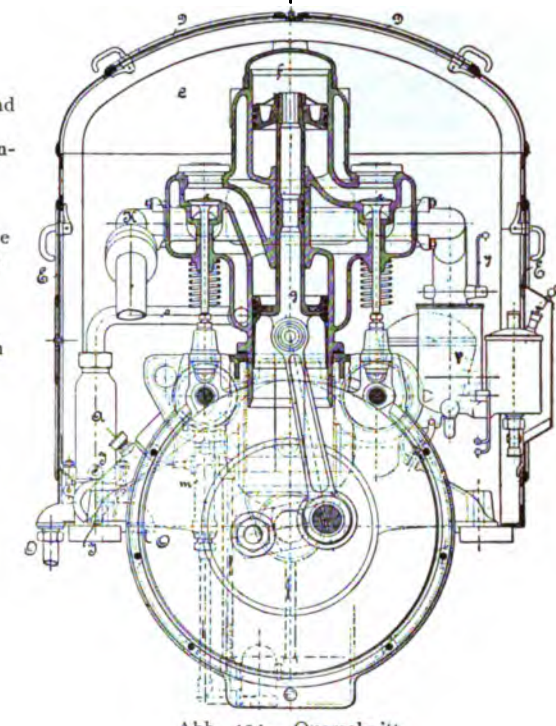


Abb. 494. Querschnitt.

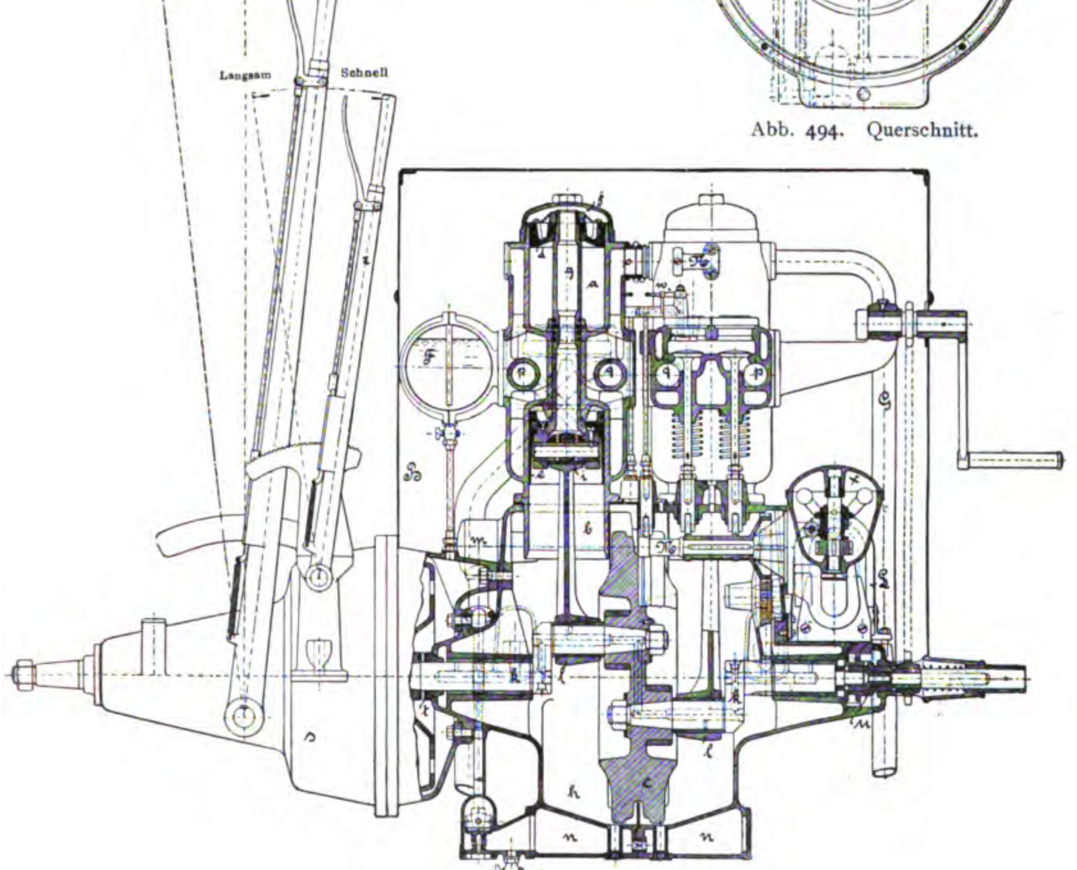


Abb. 495. Längenschnitt.

laufende. Das Gewicht der vollständigen Maschinenanlage einschließlich Umsteuerung, Welle, Stevenrohr, Schraube und Schutzkasten kann je Nutzpferdestärke zu 60 bis 30, selten bis 25 kg (ohne Betriebstoffe und Kühlwasser) veranschlagt werden.

Leistung in Nutzpferdestärken (an der Welle).

Zilinderdurchmesser mm	bei Umdrehungen je Minute					
	500	600	700	800	900	1000
100	—	—	14	16	19	21
120	—	21	25	29	34	38
140	24	30	37	44	50	56
160	32	41	49	58	67	75
180	41	52	62	73	84	95
200	50	63	75	88	102	—
220	60	74	88	104	120	—

Der Brennstoffverbrauch je Stunde und Nutzpferdestärke ist nachstehend zusammengestellt. Dabei sind mittlere Einheitspreise in Deutschland zugrunde gelegt. Bei Benzin ist eine Dichtigkeit (Spezifisches Gewicht) von 0,68 bis 0,7 vorausgesetzt, bei Spiritus ein Alkoholgehalt von 90 Raumteilen. Spiritus wird gewöhnlich mit $^1/_3$ Benzol gemischt. Der Brennstoffverbrauch nimmt mit der Stärke der Maschine und mit der Anzahl der Zilinder ab.

	Benzin	Spiritus	Reines Petroleum
Heizwert, untere Grenze: . . . . Wärmeeinheiten	11 000	5600	10 500
Mittlerer Preis je kg: . . . . Pfennig	29	20	22
Kosten von je 1000 Wärmeeinheiten: . . . . Pfennig	2,63	3,57	2,1
Brennstoffverbrauch je Stunde u. Nutzpferdestärke:			
bei kleinen Maschinen etwa . . . . kg	0,35	0,55	0,45
» großen » » . . . . »	0,3	0,45	0,35
Brennkosten je Stunde u. Nutzpferdestärke: Pfennig	8,7 bis 10	9 bis 11	7,7 bis 10
Der geringste bisher erreichte Brennstoffverbrauch war[1]):			
bei voller Belastung . . . . kg	0,297	0,365	0,33
» halber » . . . . »	0,434	0,507	0,492

Hiernach würde Petroleum am wohlfeilsten sein; aber es war schon bemerkt, daß die Maschinen mit diesem Brennstoffe oft schlecht arbeiten, weil die schwierige Vergasung zu unvollkommener Verbrennung führt, wodurch Ruß und andere Überreste in die Zilinder gelangen. Bemerkenswert ist für ausländische Maschinen, daß man unser Petroleum in Amerika Kerosine und in England Paraffin nennt, während unser Benzin in England Petrol heißt.

Die mittleren Preise der Benzinmaschinen bei den deutschen Fabriken (ohne Umsteuervorrichtung, Welle, Stevenrohr und Schraube) nehmen je Nutzpferdestärke mit der Stärke der Maschinen ab.

1) Bruno Müller, Das Motorboot und seine Maschinenanlagen, Hannover 1902.

Maschinen von 7 bis 15 PS mit 2 Zilindern kosten etwa 350 bis 240 Mark,
» » 15 » 30 » » 4 » » » 340 » 200 »
je Nutzpferdestärke. Dazu treten die oben erwähnten Kosten einschl. des Schutzkastens u. dgl., die mit der Stärke der Maschine gleichfalls abnehmen und für Maschinen von 7 bis 30 PS etwa 150 bis 80 Mark je Nutzpferdestärke betragen. Eine vollständige Maschinenanlage kostet also für 7 PS etwa 3500 Mark und für 30 PS etwa 8400 Mark.

Ölmaschinen werden mit Rohöl, Erdölrückständen und anderen flüssigen Brennstoffen geheizt, wie sie früher (S. 497) beschrieben worden sind. Wegen der Billigkeit des Brennstoffs eignen sie sich besonders für gewerbliche Betriebe und auch für die Binnenschiffahrt. Im Gegensatz zu den Benzinmaschinen sind sie Gleichdruckmaschinen, arbeiten sowohl im Viertakt wie im Zweitakt und brauchen weder Vergaser noch Zündvorrichtungen.

Die wichtigste Öl- und Gleichdruckmaschine ist die 1897 erfundene Dieselmaschine. Wenn sie im Viertakt arbeitet, wird die beim ersten Hube (abwärts) eingesaugte reine Luft beim zweiten Hube (aufwärts) bis auf etwa 32 und 35 Atmosphären verdichtet und bekommt dadurch eine Wärme von etwa 800° C, so daß der gegen Ende dieses Hubes mit dem nötigen Überdruck unmittelbar (d. h. ohne vorhergehende Vergasung) in den Zilinder eingespritzte Brennstoff in dieser großen Wärme ziemlich gleichmäßig verbrennt und der dabei entstehende Verbrennungsdruck von 35 bis 40 Atm. ohne Stoß den Kolben bei dem dritten Hube abwärts treibt. Bei dem vierten Hube (aufwärts) werden die (farb- und geruchlosen) Abgase hinausgedrängt.

Die Maschine hat einen guten thermischen Wirkungsgrad, da man die Verdichtung der Luft viel weiter treiben kann, als bei dem Verpuffungsverfahren; denn dort würde das im Zilinder befindliche Gasgemenge bei so hohem Druck sich vorzeitig von selbst entzünden. Trotz dieses höheren Verdichtungsdrucks braucht die Maschine verhältnismäßig nicht stärker gebaut zu werden, weil auch die Benzinmaschinen für den Höchstdruck, und das ist bei ihnen der Verpuffungsdruck, berechnet werden müssen. Dies bedeutet einen maschinentechnischen Vorteil. Man kann im Zilinder einen mittleren indizierten Druck bis zu 7,5 Atm. erreichen, was bei Verpuffungsmaschinen nicht möglich ist, und daher bei kleinen Abmessungen große Leistungen erreichen.

Zur Erzeugung der auf 50 bis 60 Atm. verdichteten Luft, mittels der man den Brennstoff in den Zilinder drückt, sind aber besondere Luftpumpen (Kompressoren) nötig, die mit 2 oder 3 Stufen arbeiten. Sie erfordern Raum, Gewicht, Kosten und Betriebskraft.

Im übrigen unterscheidet sich die Anordnung der Ölmaschinen nicht von der der Benzinmaschinen. Die Steuerwelle wird gewöhnlich oben seitwärts neben die Zilinder gelegt und durch Schraubenräder und Zwischenwelle von der Kurbelwelle angetrieben. Die Ventile sitzen meistens auf dem Zilinderdeckel: je eines für Ansaugen, Brennstoff und Abgase. Sie werden durch Nocken oder unrunde Scheiben mittels zweiarmiger Hebel angehoben und durch Federbelastung auf ihren Sitz gedrückt. Das Brennstoffventil mit dem Düsenzerstäuber in der Mitte des Deckels erfordert eine besonders sorgfältige Einrichtung. Wegen der großen Wärme müssen alle Ventile und auch die Zilinderdeckel gut gekühlt werden. Die Pumpen werden gewöhnlich von der Kurbelwelle angetrieben und in verschiedener Weise angeordnet. Die Luftpumpe entnimmt oft unmittelbar aus dem Arbeitszilinder die schon auf etwa 10 Atm. verdichtete Luft und bringt sie dann auf den verlangten Druck von 50 bis 60 Atm.

Man baut heute Dieselmaschinen mit 4, 6 oder 8 Zilindern in Stärken bis zu 1000 PS und darüber. Das Anlassen ist bei starken Maschinen nicht mehr durch Menschenkraft ausführbar, wird vielmehr jetzt allgemein durch Preßluft von etwa 50 Atm. Spannung bewirkt, die von der Maschine erzeugt und in besonderen Behältern aufbewahrt wird. Um sie den Zilindern zuzuführen, sind besondere »Anlaßventile« nötig, die gewöhnlich gleichfalls auf den Zilinderdeckeln stehen und oft durch eine besondere Steuerwelle (auch »Anlaßwelle« genannt) bewegt werden. Sobald die Maschine mit Preßluft in Gang gebracht ist und mehrere Hübe gemacht hat, wird die Luft abgestellt

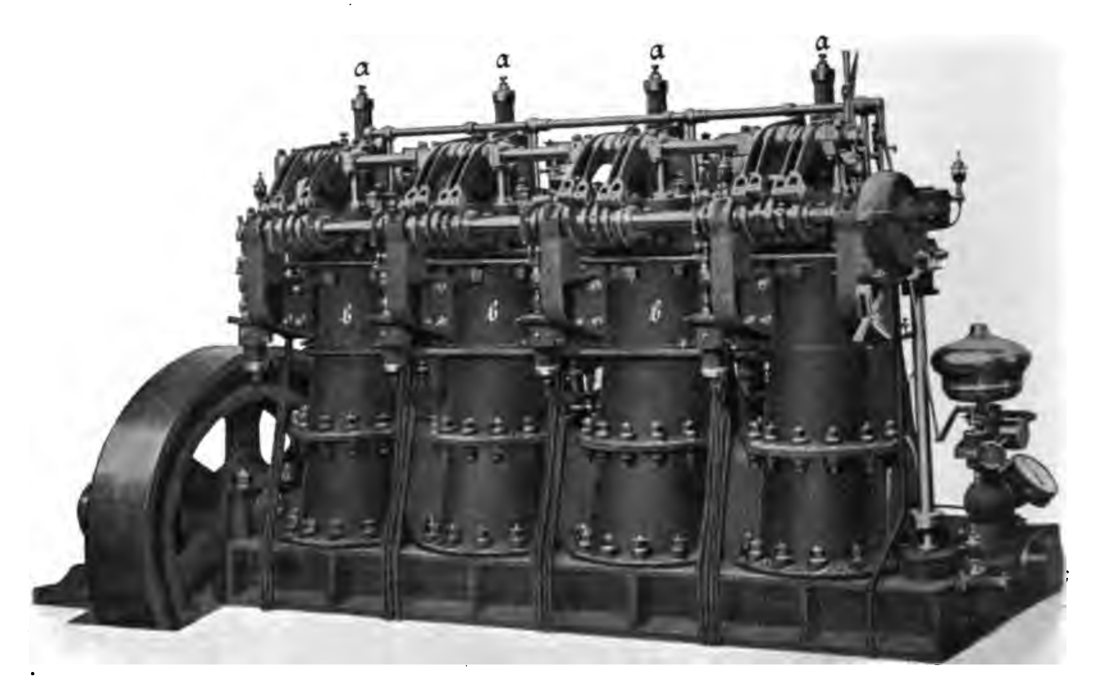


Abb. 496. Viertakt-Dieselmaschine von 140 PS.

und die Ölheizung beginnt. Für das Anlassen starker Maschinen ist ein großer Vorrat von Preßluft erforderlich, den man zu 2 bis 6 Liter je Pferdestärke zu bemessen pflegt.

Abb. 496 zeigt eine ältere Viertakt-Dieselmaschine von 140 PS aus der Maschinenfabrik Augsburg mit 4 Zilindern von 280 mm Durchmesser und 300 mm Hub. Es ist nur eine Steuerwelle vorhanden, von der die Ventile für Ansaugen, Brennstoff. Abgase sowie für die Anlaßluft in den Zilinderdeckeln bewegt werden. Auch die vor jedem Zilinder besonders angeordneten Brennstoffpumpen (*b*) werden mittels Exzenter von dieser Steuerwelle angetrieben, während die Luft-, Kühl- und Schmierpumpen von der Kurbelwelle angetrieben werden und in der Abbildung nicht sichtbar sind. *a* sind die Einspritzventile mit Düsenzerstäuber. Die Maschine ist 4,3 m lang, 0,85 m breit, wiegt 9 t ohne und 11 t mit Schwungrad. Die Umlaufzahl ist 375.

Die Dieselmaschinen werden neuerdings oft mit Zweitakt ausgeführt und zeigen dabei viel weniger Nachteile als Verpuffungsmaschinen mit Zweitakt, weil eine Vermischung der Abgase mit der neuen Ladung ausgeschlossen

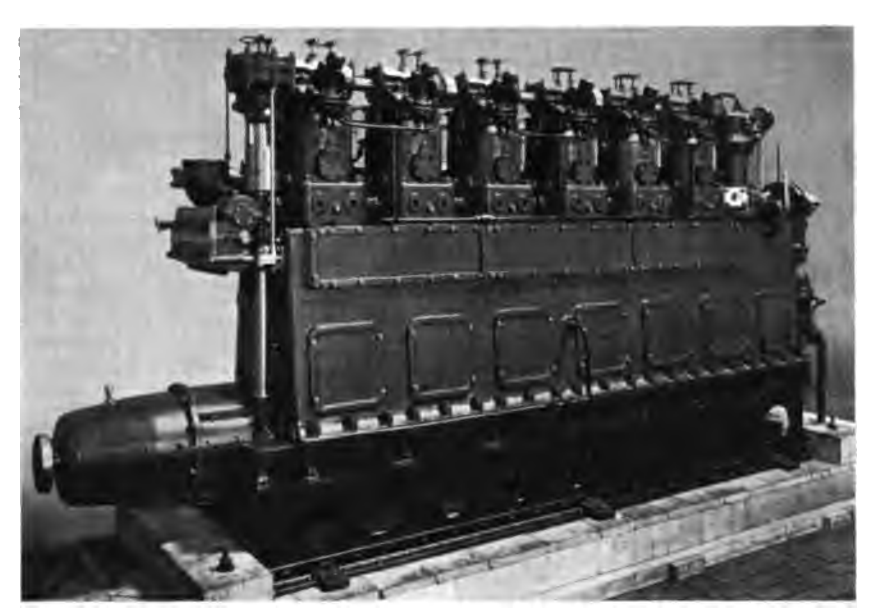


Abb. 497. Zweitakt-Dieselmaschine von 300 PS, Bedienungsseite (umsteuerbar).



Abb. 498. Zweitakt-Dieselmaschine von 300 PS, Auspuffseite.

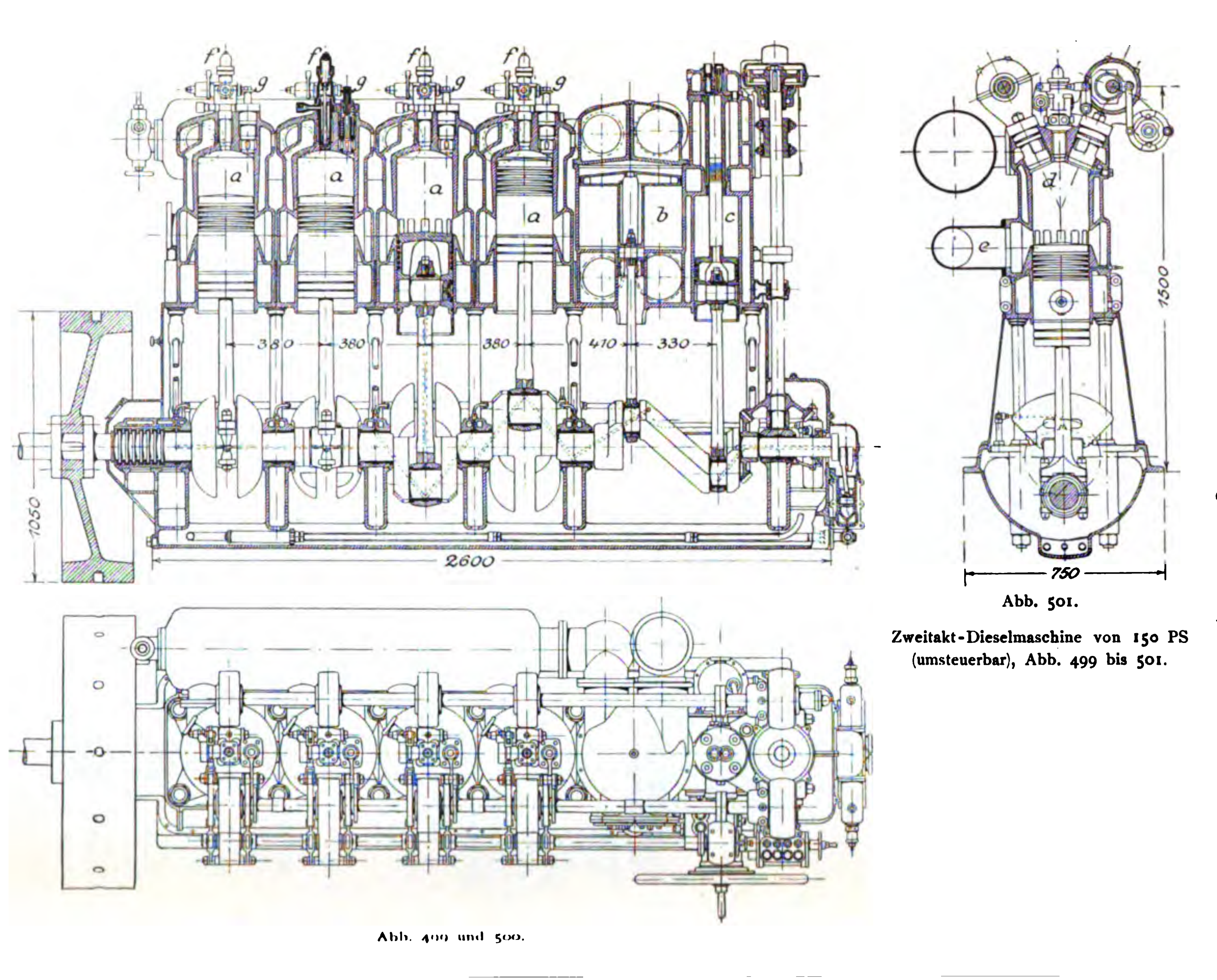


Abb. 501.

Zweitakt-Dieselmaschine von 150 PS (umsteuerbar), Abb. 499 bis 501.

Abb. 499 und 500.

ist. Wenn man sowohl die Abgase als auch die neu eingesaugte Luft durch Schlitze in den Zilinderwänden aus- und eintreten läßt und diese Bewegung durch den Kolben steuert, so braucht man nur ein Brennstoffventil und ein Anlaßventil im Zilinderdeckel, also sehr wenig Steuerungsvorrichtungen.

Zum Ausspülen der Abgase ordnet man in der Regel eine besondere große Luftpumpe neben den Zilindern an, die von der Kurbelwelle angetrieben wird und die Luft nur mäßig verdichtet. Daneben wird außerdem eine mehrstufige zweite Luftpumpe aufgestellt, die Preßluft von hohem Druck liefert. Damit die Schlitzsteuerung (Abb. 489) sicher arbeitet, dürfen diese Maschinen keine sehr großen Kolbengeschwindigkeiten und Umlaufzahlen haben und eignen sich darum besonders für langsam fahrende Schiffe.

In den Abb. 497 und 498 ist eine neuere Zweitaktmaschine der Augsburger Fabrik aus dem Jahre 1910 mit anderer Einrichtung dargestellt, die bei 300 Umdrehungen 300 PS entwickelt. Unter jedem der 6 Arbeitzilinder von 230 mm Durchmesser ist an derselben Kolbenstange je eine Spülpumpe von 360 mm Durchmesser angeordnet. Der gemeinsame Hub beträgt 400 mm. Neben diesen 6 Zilindern ist die doppelstufige Preßluftpumpe (Kompressor) von 240 und 75 mm Durchmesser und 340 mm Hub aufgestellt. Die beiden Ventile für Brennstoff und Anlaßluft liegen in den Zilinderdeckeln und werden durch eine darüber liegende Welle gesteuert, die durch Zahnräder und eine senkrechte Welle von der Kurbelwelle angetrieben wird. Ein Schwungrad ist bei 6 Zilindern und Zweitakt nicht erforderlich.

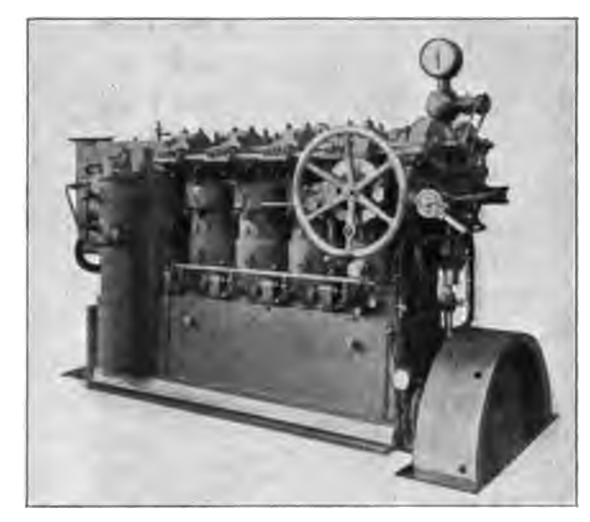


Abb. 502. Zweitakt-Dieselmaschine von 150 PS (umsteuerbar).

Zuweilen läßt man nur die Abgase durch Schlitze in der Zilinderwand entweichen und die frische Luft durch besonders gesteuerte Ventile im Deckel eintreten. (Bauart von Gebr. Sulzer.) In den Abb. 499 bis 501 ist eine solche Maschine von 150 PS dargestellt, die im Jahre 1909 in einen Personendampfer auf dem Züricher See eingebaut wurde[1]). Neben den 4 Arbeitszilindern (*a*) ist die Spülpumpe (*b*) und die zweistufige Preßluftpumpe (*c*) angeordnet. Im Querschnitt (Abb. 501) sieht man oben im Deckel die beiden schräg gestellten Spülventile (*d*), während durch die Zilinderschlitze die Abgase seitlich (bei *e*) entweichen. Die beiden Steuerwellen liegen oben. Im Längenschnitt erkennt man im Deckel der Zilinder in der Mitte die Öleinspritzventile (*f*) und daneben die Anlaßventile (*g*). Das Gewicht der Maschine mit Zubehör beträgt 7,4 t. Dazu kommen noch eine Hilfsmaschine mit Lenzpumpe im Gewicht von 0,6 t und 2 Ölbehälter mit 1,52 m³ Öl im Gewicht von 1,75 t, so daß das Gewicht der ganzen Maschinenanlage nebst Brennstoffvorrat für 1200 km Fahrt 9,75 t beträgt. Bei Verwendung galizischen Rohöls soll der Verbrauch je Stunde und Nutzpferdestärke 0,18 kg betragen. Die indizierte Leistung ist bei 300 Umdrehungen zu 174 PSi ermittelt worden. Abb. 502 zeigt eine ganz ähnliche Maschine.

Das Gewicht der Dieselmaschinen beträgt jetzt (1911) nach Angabe der Augsburger Fabrik für schwerere Maschinen von 150 bis 1000 PS mit

1) Vgl. Zeitschrift für Binnenschiffahrt 1910, S. 309 und Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1910, Heft 14.

6 oder 8 Zilindern, die für den Dauerbetrieb auf größeren Binnenschiffen geeignet sind und 350 bis 250 Umdrehungen machen, je Nutzpferdestärke etwa 40 kg, wobei alle Hilfsmaschinen, wie Wasser-, Öl- und Luftpumpen, Kühler, Reiniger u. dgl. und auch das Drucklager der Welle einbegriffen sind.

Von Brennstoffen kommt von den auf S. 500 angeführten für Deutschland besonders das galizische Rohöl in Frage, das hier einschließlich des Zolles (im Jahre 1910) je Tonne 80 bis 100 Mark kostet. (In der Schweiz ist es für 45 bis 50 Mark zu haben). Anderes Rohöl kostet 100 bis 120 Mark. Die Maschinen arbeiten auch gut mit Gasöl, dessen Preis zwischen 90 und 140 Mark, sowie mit Gelböl, dessen Preis zwischen 80 und 100 Mark schwankt. Das aus sächsischen Braunkohlen gewonnene Paraffinöl, das gleichfalls etwa 10000 WE hat und 75 bis 90 Mark kostet, ist auch schon mit Erfolg benutzt worden, und man hat ferner mit Steinkohlenteeröl Versuche gemacht, das bei etwas geringerem Heizwert für 35 bis 50 Mark zu haben ist. Selbstverständlich kann man auch reines Petroleum verwenden; das ist aber zu teuer. Im allgemeinen werden die Destillationsrückstände (spezifisches Gewicht 0,85 bis 0,95 und Entflammungspunkt zwischen 50° und 150° C) vor dem natürlichen Rohöl bevorzugt, weil sie nicht mehr durch mineralische Bestandteile und durch Asphalt verunreinigt sind und kein Benzin mehr enthalten.

Der Verbrauch an Öl je Stunde und Nutzpferdestärke beträgt etwa 0,225 kg für die kleineren und 0,2 kg für die größeren Maschinen. (Nach Angabe der Augsburger Fabrik; nach Angabe der Deutzer Fabrik 0,18 bis 0,2 kg.)

Die Ölmaschinen mit Glühhaube sind den Dieselmaschinen ähnlich und arbeiten wie diese ohne Vergaser und Zündvorrichtung, jedoch mit niedrigerem Druck. Sie werden meistens in geringeren Stärken gebaut. Man kann sie mit jedem Rohöl, Gasöl oder Petroleum bedienen. In den Abb. 503 bis 505 ist eine solche Maschine von Swiderski (Leipzig-Plagwitz) dargestellt.

Sie arbeitet im Zweitakt. Das Kurbelgehäuse dient als Spülpumpe, indem die frische Luft beim Aufgang des Kolbens durch das Luftventil (Abb. 504) eingesaugt, beim Niedergang um etwa 1 Atm. verdichtet und gegen Ende des Hubs durch den Luftkanal in den Zilinder gedrückt wird, aus dem sie die Abgase hinausspült. Beim Aufgang des Kolbens wird die Luft über ihm im Zilinder verdichtet und bekommt eine Wärme von 500 bis 600° C, so daß der seitlich in die Glühhaube eingespritzte und dort sofort in Gas verwandelte Brennstoff sich ebenso wie bei der Dieselmaschine selbst entzündet und der bei der Verbrennung entstehende Druck den Kolben abwärts treibt. Die Einspritzung des Öls erfolgt meistens, wenn der Kolben 0,8 seines Hubs zurückgelegt hat, und die Verbrennung beginnt kurz vor dem Hubwechsel. Die Haube bleibt stets in etwa rotglühendem Zustande und muß gegen Abkühlung von außen geschützt werden. Die Maschine ist außerordentlich einfach und besitzt sehr wenige Steuerungsteile. Die seitlich angebrachte Ölpumpe wird von der Hauptwelle angetrieben und kann leicht geregelt werden: entweder von Hand durch das links oben in Abb. 503 ersichtliche kleine Handrad oder selbsttätig durch den Fliehkraftregeler, der ebenso wie die Kühlwasserpumpe von der Kurbelwelle bewegt wird.

Zum Schiffbetrieb werden gewöhnlich Maschinen mit 2 Zilindern verwendet, wie in Abb. 505 dargestellt. Maschinen von 40 Nutzpferdestärken machen 300 Umdrehungen und wiegen etwa 3,7 t, solche von 100 Pferdestärken und 240 Umdrehungen wiegen etwa 7 t. Zum

Anlassen der Maschine muß der Glühkopf durch eine besondere Gebläselampe erst ordentlich (10 bis 20 Minuten lang) erwärmt werden, was allerdings recht umständlich ist. Dann genügen aber wenige Drehungen des Schwungrads, um kleinere Maschinen in Gang zu bringen. Bei großen müssen Einrichtungen für Preßluft getroffen werden.

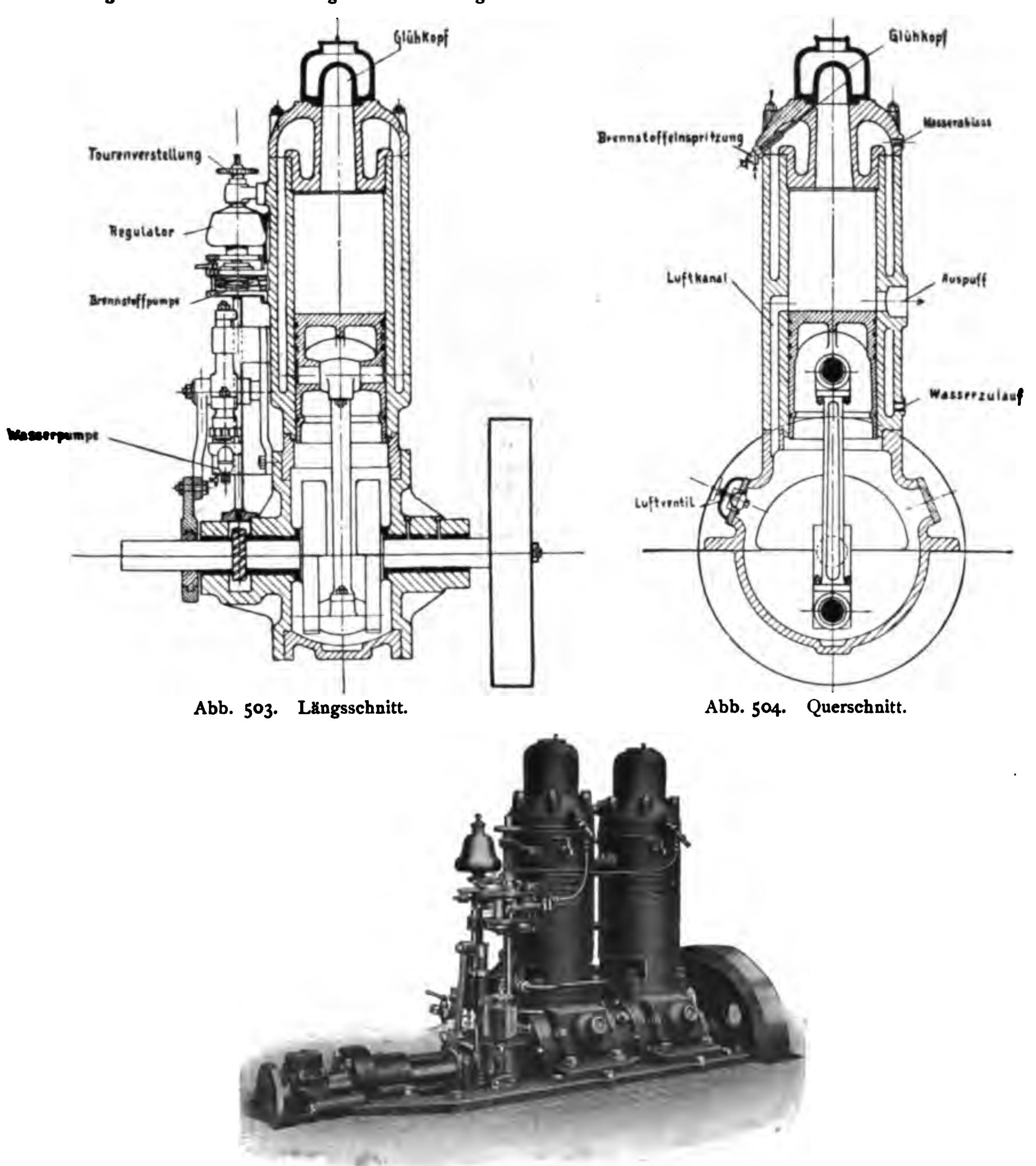


Abb. 503. Längsschnitt.

Abb. 504. Querschnitt.

Abb. 505. Swiderski-Maschine.

Die neuerdings aus Schweden nach Deutschland eingeführte Bolindermaschine ist sehr ähnlich der vorstehend beschriebenen. In Abb. 506 ist ein Querschnitt durch den Zilinder und in Abb. 507 ein Bild von einer zweizilindrigen Schiffsmaschine mitgeteilt.

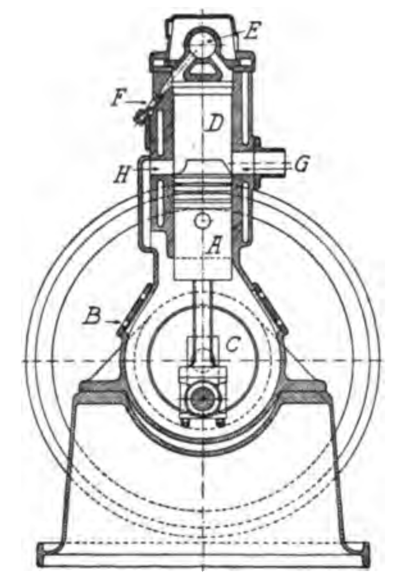


Abb. 506. Bolinder-Maschine, Querschnitt.

Die Maschine arbeitet im Zweitakt. *A* ist der Kolben, *B* das Luftventil, *C* das als Spülpumpe dienende Kurbelgehäuse, *D* der Zilinder, *E* die etwas anders gestaltete Glühhaube, *F* die Öleinspritzdüse, *G* der Auslaßschlitz für die Abgase und *H* der Luftzuführungschlitz mit Zuleitungskanal aus dem Kurbelgehäuse. Die Schiffsmaschinen werden bis zu 160 PS mit 2 Zilindern und von 60 bis zu 320 PS mit 4 Zilindern gebaut. Zweizilindrige Maschinen von 40 PS und 425 Umdrehungen wiegen etwa 2 t, von 120 PS und 275 Umdrehungen etwa 7,2 t. Vierzilindrige Maschinen von 100 PS und 375 Umdrehungen wiegen 4,85 t und von 320 PS und 225 Umdrehungen 18,9 t.

Nach amtlicher Feststellung verbrauchte eine Maschine von 30 PS je Stunde und Pferdekraft 0,21 bis 0,25 kg Rohöl von 9724 WE. Beim Anlassen muß der Glühkopf in gleicher Weise wie bei Swiderski angewärmt werden und bei den stärkeren Maschinen ist Preßluft zum Anlassen erforderlich.

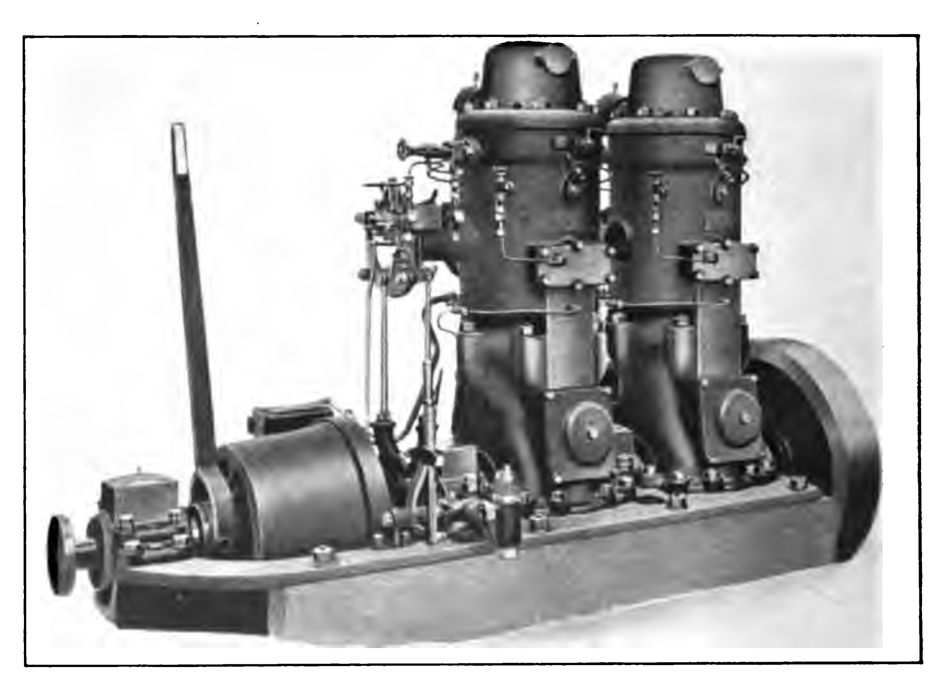


Abb. 507. Bolinder-Maschine.

Die **Bronsmaschine**, die in Deutschland von der Gasmotorenfabrik Deutz geliefert wird, arbeitet im Viertakt, ähnlich wie die Dieselmaschine, und wird durch reines Petroleum getrieben.

Die Abb. 508 bis 510 zeigen die Anordnung der Ventile im Zilinderdeckel. Beim ersten Hube (abwärts) wird durch das gesteuerte Ventil *e* Luft und durch das Ventil *b* Brennstoff angesaugt. Der letztere tritt aber nicht unmittelbar in den Zilinder (*k*), sondern in eine Brennstoffkapsel *c*, die in den Verbrennungsraum hineinragt und mit vielen kleinen Öffnungen versehen ist. Wenn beim zweiten Hube (aufwärts) die Luft auf 27 bis 32 Atm. verdichtet wird, tritt der durch die Wärme in Dampfform verwandelte Brennstoff in den Zilinder, entzündet sich und verpufft. Die beiden folgenden Hübe sind wie gewöhnlich. Die Abgase werden durch das gesteuerte Ventil *a* ausgestoßen. Der Verpuffungsdruck beträgt 50 bis 55 Atm. und bedingt eine kräftige Bauart der Maschine.

Gegenüber der Dieselmaschine und den Anordnungen mit Glühkopf ist die Maschine einfacher, weil das Einblasen des Brennstoffs mit Preßluft und der Zerstäuber fortgefallen ist. Es kann aber kein Rohöl benutzt werden,

Zilinderdeckel der Bronsmaschine, Abb. 508 bis 510.

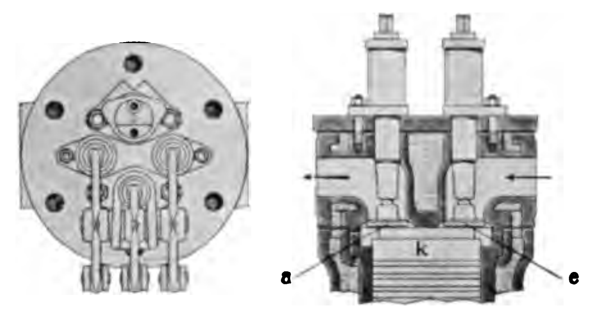


Abb. 508. Grundriß.

Abb. 509. Schnitt durch das Lufteinlaßventil (*e*) und das Auslaßventil (*a*).

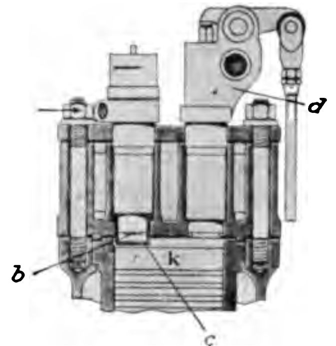


Abb. 510. Schnitt durch die Brennstoffeinführung (*b*, *c*) und das Preßluftventil (*d*).

weil dies die Kapselöffnungen verschmutzen würde. Das **Anlassen** der Maschine erfolgt wegen des hohen Drucks im Zilinder mit Preßluft von 8 Atm. im Zweitakt durch das Ventil *d*. Es wird also eine Luftpumpe und ein Luftbehälter erforderlich. Die Maschine ist leicht zu bedienen. Der Brennstoffverbrauch beträgt je Stunde und Nutzpferdestärke 0,25 bis 0,28 kg. Die Maschine wird mit 2 Zilindern in Stärken bis zu 32 PS mit 330 Umdrehungen hergestellt und wiegt dann etwa 5 t.

Die Kosten je Nutzpferdestärke betragen (ohne Umsteuervorrichtung, Welle, Stevenrohr und Schraube — aber mit allem anderen Zubehör, Kompressor, Druckluftbehälter und Anlaßvorrichtung) bei Maschinen mit **einem** Zilinder von 8 bis 16 PSi etwa 380 bis 280 Mark und bei Maschinen mit 2 Zilindern von 16 bis 32 PSi etwa 320 bis 280 Mark.

Neuerdings baut man auch Ölmaschinen (für Rohöl), bei denen die **Verpuffungsverbrennung mit der Gleichdruckverbrennung vereinigt** wird. Es wird dabei zunächst eine kleine Brennstoffmenge dem Zilinder zugeführt, die vor dem Hubwechsel verpufft und dadurch eine Wärmesteigerung hervorruft. Dann folgt die Einspritzung des Hauptbrennstoffs, der angenähert unter Gleichdruck und zwar vollkommener verbrennt als beim einfachen Dieselver-

fahren. Durch Verlängerung der Gleichdruckperiode wird eine Vergrößerung des mittleren indizierten Drucks und damit eine Vergrößerung der Leistung erreicht. Solche Maschinen werden in Frankreich von Sabathé (in St. Etienne) hergestellt. Die Luft wird im Zilinder zunächst nur auf 30 Atm. verdichtet und durch die Verpuffung der zuerst eingeführten kleinen Ölmenge wird der Druck auf 40 Atm. gesteigert, bevor der Hauptbrennstoff eingespritzt wird. Der mittlere indizierte Druck wird hierbei auf 8 bis 8,5 Atm. gesteigert. Die Leistung läßt sich dadurch gut regeln, daß z. B. für kleine Geschwindigkeiten die zweite Brennstoffzuführung unterbleibt und dann nur mit Verpuffung gearbeitet wird. Beide Brennstoffventile werden zu diesem Zweck besonders gesteuert.

Sauggasmaschinen werden durch die Verbrennung von Gasen angetrieben, die aus festen Brennstoffen, Anthrazit, Koks, Steinkohlen oder Braunkohlen an der Arbeitstelle selbst erzeugt, gereinigt und sofort den Zilindern

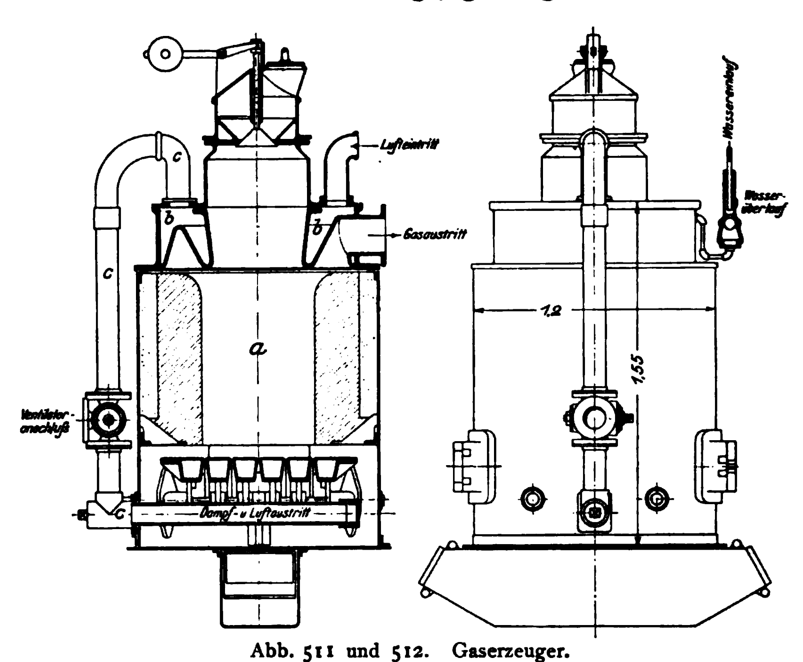


Abb. 511 und 512. Gaserzeuger.

der Maschine zugeführt werden. Das im wesentlichen aus Kohlenoxyd und Wasserstoff bestehende Kraftgas wird jetzt ausschließlich so hergestellt, daß mit Wasserdampf gesättigte Luft durch die glühenden Kohlen eines Schachtofens gesaugt wird. Diese Arbeit wird von der Maschine selbst besorgt. Die ganze Anlage besteht aus drei Teilen, dem Gaserzeuger (Generator), dem Gasreiniger (Skrubber u. dgl.) und der Gasmaschine.

Der Gaserzeuger ist ähnlich wie ein Füllofen gebaut, der von oben durch einen Trichter beschickt wird. Es kommt darauf an, dauernd ein möglichst gleichmäßiges Gas zu erzeugen. Sehr nachteilig sind teerhaltige Beimengungen, die leicht die ganze Anlage verunreinigen und häufige Reinigungsarbeiten verursachen. Der Ofen ist deshalb so anzuordnen, daß die teerhaltigen Gase möglichst sofort verbrennen und nicht in das Abzugsrohr gelangen.

Zuweilen wählt man eine mechanische Beschickung in Verbindung mit Schüttel- oder Drehrosten. Es muß dafür gesorgt werden, daß schädliche Ausströmungen von Gas in den Maschinenraum vermieden werden. Zu diesem Zweck wird der Mantel des Ofens aus Blech dicht genietet und zuweilen ringsum mit einer Wasserschicht umgeben. Meistens wurde bisher der Gaserzeuger mit Schamott ausgemauert; um aber das Gewicht zu vermindern, hat man dies neuerdings durch geschickte Anordnung des Ofens mit seitlichem Wasserabschluß erspart.

In den Abb. 511 und 512[1]) ist ein Gaserzeuger der Fabrik in Köln-Ehrenfeld für Maschinen von etwa 50 bis 80 PS dargestellt. *a* ist der mit Brennstoff gefüllte Feuerraum, unter dem sich Rost und Aschenfall befinden, während darüber in der Mitte der Fülltrichter und um diesen herum eine Verdampferschale *b* angeordnet ist, die offene Verbindung mit der Außenluft hat und durch das Rohr *c* mit dem geschlossenen Raum unter dem Rost verbunden ist. Wenn durch die Maschine das Gas angesaugt wird, setzt sich die Saugwirkung durch den Feuerraum, den Rost, das Rohr *c* und die Wasserschale *b* hindurch fort und es tritt neue Luft von außen ein, die, über die Oberfläche des heißen Wassers streichend, sich mit Wasserdampf füllt, durch das Rohr *c* unter den Rost gelangt und in dem glühenden Brennstoff in Gas umgewandelt wird. Der Wasserspiegel in der Schale *b* wird durch zulaufendes Wasser auf gleicher Höhe gehalten; etwa überlaufendes Wasser wird in eine Schale unter dem Rost geführt, wo es verdampft. Um den Gaserzeuger in Gang zu bringen, wird ein Ventilator benutzt, der mit dem Rohr *c* verbunden ist.

Die Fabrik in Köln-Deutz hat neuerdings einen Zweifeuergaserzeuger eingeführt, bei dem das Gas in der Mitte abgesaugt wird, während das eine Feuer sich unten über dem Rost befindet und das andere oben in dem offenen Schachtofen. Die Beschickung erfolgt von der Seite. Durch diese Anordnung soll das Gas den Ofen teerfrei verlassen und man kann bei diesem Ofen Braunkohlenbriketts und rohe Braunkohle verwenden.

Von dem Gaserzeuger geht das Gas zum Reiniger, der unumgänglich nötig ist, selbst bei den besten Brennstoffen (Anthrazit und Koks), um das Gas von Teer und anderen mitgerissenen Stoffen zu befreien. Erwünscht wäre es, auf Schiffen ebenso wie auf dem Lande Naß-, Trocken- und Schleuderreinigung zusammen anzuwenden; man muß sich aber aus Rücksicht auf Raum und Gewicht meistens beschränken. Bei den Naßreinigern findet Berieselung durch Brausen statt, bei den Trockenreinigern werden Koksfilter verwendet, die aber oft auch in nassem Zustande wirken.

In Abb. 513 ist ein Gasreiniger der Fabrik in Köln-Deutz für einen starken Schleppdampfer von 400 PS dargestellt[1]). Bei *a* tritt das Gas in den Reiniger ein, der in einem Wasserkasten *b* steht, und gelangt zuerst in den Staubabscheider *c*, dann in den mit 8 Brausen ausgerüsteten Naßreiniger *d* und kommt in den Schleuderwäscher *e*. Die Pfeile deuten den Weg an. Schließlich wird das Gas in dem Wasserabscheider *f* getrocknet, geht von *g* aus in einen Sammelbehälter zum Druckausgleich und von da zur Maschine.

Die Reiniger müssen oft außer Betrieb gestellt werden, um sie gründlich von Teer, Asche u. dgl. zu befreien. Man ordnet sie deshalb bei größeren Anlagen doppelt an, um sie abwechselnd zu benutzen.

Die Gasmaschine selbst ist eine gewöhnliche Verpuffungsmaschine mit Zündvorrichtung, die im Viertakt arbeitet, da für Zweitakt die Anordnung der unerläßlichen Spül- und Ladepumpen umständlich ist. Die Verdichtungsspannung beträgt 8 bis 10 Atm., die Verpuffungspannung 22 bis 25 Atm.

1) Aus Romberg a. a. O.

Die Zahl der Umdrehungen ist 220 bis 300, also für den Betrieb von Schrauben zweckmäßig. Das Anlassen geschieht durch Druckluft von etwa 15 Atm.

Die Sauggasmaschinen werden in Deutschland besonders von den Fabriken in Köln-Deutz und in Köln-Ehrenfeld gebaut, neuerdings auch von Benz & Co. in Mannheim. Schiffsmaschinen nach dieser Einrichtung sind in Deutschland bisher nur wenige im Betriebe und es fehlt deshalb an genügenden Erfahrungen. Soweit bekannt geworden ist, haben die ausgeführten Maschinen eine Stärke von 30 bis 200 PS. Es sind dabei in der Regel 4 bis 6 Zilinder angewendet worden, die bei den stärksten Maschinen (200 PS) 300 mm Durchmesser und 400 mm Hub haben.

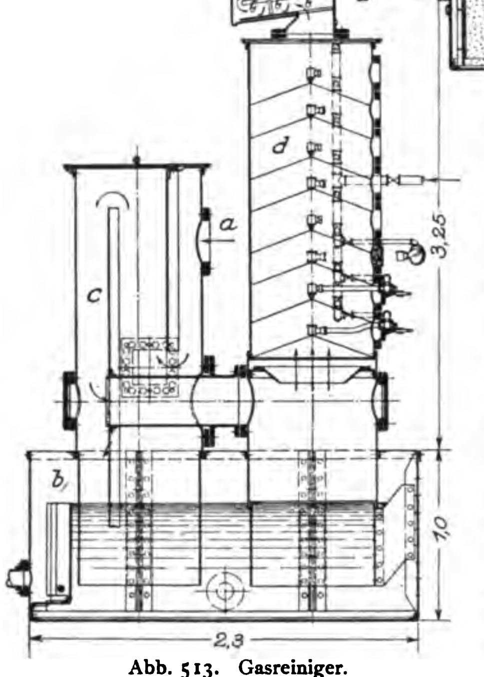


Abb. 513. Gasreiniger.

Von allen Gasmaschinen sind die mit Sauggas betriebenen am wenigsten einfach in Rücksicht auf die Bedienung des Gaserzeugers, des Reinigers, der Zündvorrichtung und der Drucklufteinrichtung, — aber hinsichtlich der Kosten des Brennstoffs am vorteilhaftesten. Der Verbrauch je Stunde und Nutzpferdestärke (einschließlich Anheizen und Abbrand) und die Kosten sind nachstehend aus den bekannt gewordenen Mitteilungen für den teuersten und den billigsten Brennstoff zusammengestellt:

	Je Stunde und PSe.	
	Kleine Maschinen	Große Maschinen
Verbrauch von gutem englischem Anthrazit von 7800 WE (etwa 30 Mark je Tonne) . . . . kg	0,42 bis 0,45	0,38 bis 0,42
Kosten des Anthrazits . . . . Pfennig	1,3 » 1,4	1,1 » 1,3
Verbrauch von Braunkohlenbriketts von 4700 WE (etwa 8 Mark je Tonne) . . . . kg	0,85	0,62
Kosten der Briketts . . . . Pfennig	0,68	0,53

Die Angaben über die Heizung mit Braunkohlenbriketts stammen von der Fabrik in Köln-Deutz. Außer diesen beiden Brennstoffen sollen auch deutscher Anthrazit (etwa 24 Mark je Tonne) und magere belgische Steinkohlen in Nußgröße zum Betriebe geeignet sein.

Das Gewicht der vollständigen Maschinenanlage schwankt nach den mitgeteilten Angaben je Nutzpferdestärke zwischen 120 und 250 kg, also je PSi etwa zwischen 90 und 190 kg. Die Kosten von vollständigen Maschinen mit 40 bis 60 Nutzpferdestärken werden von einer Fabrik zu 350 bis 380 Mark je Nutzpferdestärke angegeben.

Die Umsteuerung der Gasmaschinen. Mit der Anordnung und Wirkungsart aller Gasmaschinen ist der unvermeidliche Nachteil verbunden, daß sie mit eigener Kraft weder angelassen noch umgesteuert und nur innerhalb enger Grenzen in ihrer Geschwindigkeit und Leistung geregelt werden können. Es wurde schon mitgeteilt, daß kleinere Maschinen mittels einer Handkurbel angedreht werden, bei größeren aber in der Regel das Anlassen durch Preßluft bewirkt wird, die, vorrätig von der Maschine erzeugt, mittels besonders gesteuerter Einlaßventile den Arbeitszilindern zugeführt wird. Um möglichst selten von neuem die Maschine anlassen zu müssen, läßt man sie auf Schiffen bei kurzen Unterbrechungen der Fahrt oft in gleichem Sinne weiterlaufen und löst nur die Kupplung zwischen der Kurbelwelle und der Schraubenwelle. In der Regel benutzt man durch Handhebel zu bedienende Reibungskupplungen, seltener (bei großen Maschinen) elektrische oder pneumatische Kupplungen. Bei sehr großen Maschinen muß man aus Rücksicht auf die Sicherheit des Betriebes auf bewegliche Kupplungen verzichten.

Bei Booten und kleineren Schiffen sind die Reibungskupplungen zweckmäßig, um ohne besondere Stöße die Maschine allmählich auf die Schraube wirken zu lassen. Gewöhnlich wendet man Kegelkupplung (vgl. Abb. 517 u. 518) oder Federbandkupplung an. Die erstere muß man gegen die Einwirkung von Wasser, z. B. durch Einkapselung, schützen oder die Kegelflächen mit Holzfaserstoff bekleiden.

Die Umsteuerung der Maschine in ihrer Drehrichtung wird bei Booten und kleinen Schiffen am einfachsten und besten durch das Umstellen einer Drehflügelschraube (Umsteuerschraube) ersetzt. Dies ist eine Schraube mit 2 oder 3 beweglichen Flügeln, die in der Nabe drehbar sind und deren Steigung durch eine in der durchbohrten Welle angebrachten Schubstange vom Schiffe aus so verändert werden kann, daß sie allmählich auf Null und darüber hinaus in die entgegengesetzte Richtung übergeht. Die Bewegung des Schiffes wird auf diese Weise aus dem Vorwärtsgang in den Rückwärtsgang übergeführt, ohne daß die Maschine ihre Drehrichtung ändert.

Sehr verbreitet ist die Drehflügelschraube von Meißner (Hamburg), die in den Abbildungen 514 und 515 dargestellt ist und sich gut bewährt hat. Die Umstellung erfolgt bei kleinen Maschinen durch einen einfachen Handhebel. Abbildung 515 stellt einen solchen »Umsteuerblock« dar: links ist das Stevenrohr (*a*) erkennbar und rechts der Kupplungsflansch (*b*) der Welle. Durch den Handhebel (*c*) kann die in der Welle befindliche Schubstange in wagerechtem Sinne bewegt und die Umstellung der Schraubenflügel bewirkt werden. Durch die Änderung der Schraubensteigung kann gleichzeitig auch die Fahrgeschwindigkeit in ausreichender Weise geregelt werden. Bei stärkeren Maschinen wird an Stelle dieses »Blocks« ein kräftigeres »Meißner-Element« angeordnet und die Umstellung mittels Handrad und Kettenübertragung bewirkt. Das kann bei Maschinen von 100 bis 150 Pferdestärken noch mit Menschenkraft besorgt werden, zumal bewegliche Schrauben von dieser Fabrik bis zu 2 m Durchmesser hergestellt werden. Für noch

stärkere Maschinen hat Meißner eine Umstellung durch Maschinenkraft ausgeführt (Abb. 516): mittels Zahnradübersetzung (*a*) von der Hauptwelle auf eine darüber gleichlaufende Zwischenwelle (*b*) und Kettenübertragung (*c*) auf 2 neben der Hauptwelle gelagerte Hilfswellen, die durch Schraubenspindeln die Verschiebung der Schubstange bewirken. Diese Einrichtung soll sich



Abb. 514. Drehflügelschraube.



Abb. 515. Umsteuerblock der Drehflügelschraube.

bei Maschinen über 200 PS bewährt haben, dürfte aber bei etwa 300 PS ihre Grenze finden. Es bleibt zu berücksichtigen, daß Drehflügelschrauben für langsam fahrende Last- oder Schleppschiffe nicht zweckmäßig sind.

Eine andere viel benutzte Vorrichtung ist das Wendegetriebe (Reversiergetriebe), bei dem zwischen der Kurbelwelle und der Schraubenwelle eine

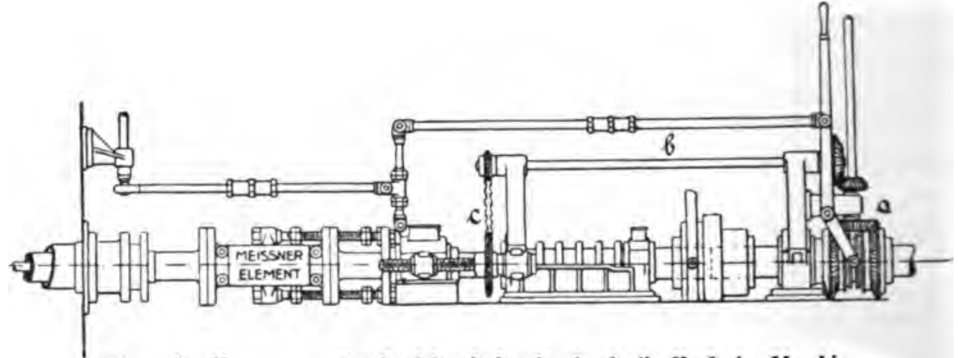


Abb. 516. Umsteuerung der Drehflügelschraube durch die Kraft der Maschine.

Zahnradübertragung eingeschaltet wird. Am meisten verbreitet ist die Anordnung mit Kegelrädern, die man gewöhnlich eingekapselt in Öl laufen läßt, wodurch nebenbei auch das lästige Geräusch vermindert wird. In den Abbildungen 517 und 518 ist ein Wendegetriebe mit Reibscheibenkupplung von

Daimler dargestellt. Die Ein- und Ausrückung erfolgt auch hier durch einen aufrecht stehenden Handhebel (*c*). Solche Wendegetriebe arbeiten auch mit Federbandkupplung und es sind noch verschiedene andere Bauarten mit Erfolg eingeführt, z. B. die von Lünnemann (Ruhrort). Für große Ausführungen sind diese Rädergetriebe nicht empfehlenswert, erfordern bedeutende Kraft zum Umstellen und entwickeln durch die Reibung viel Wärme. Sie sind auch schwer und der Abnutzung stark unterworfen.

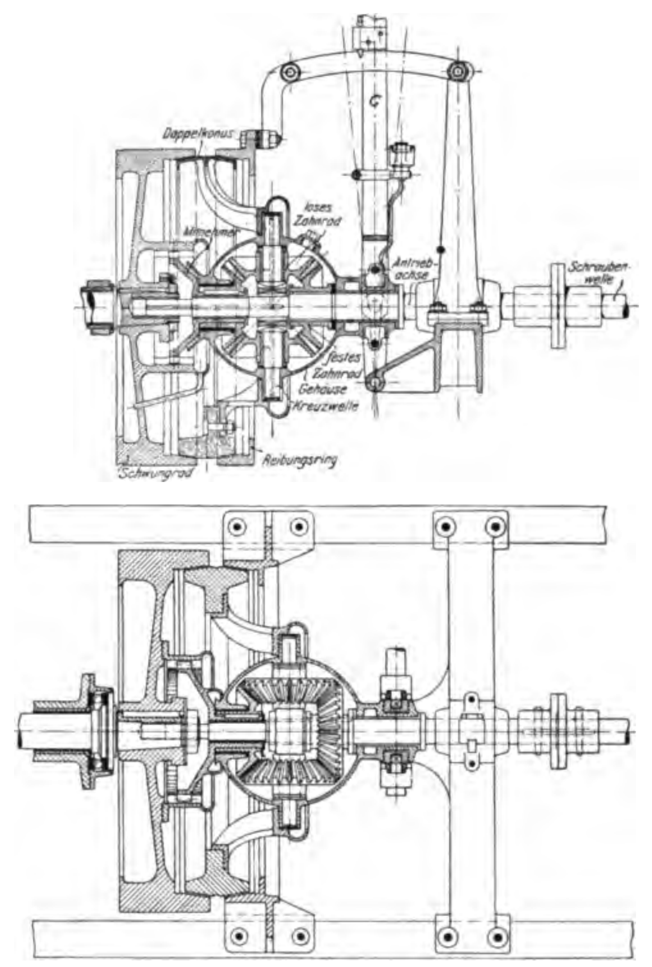


Abb. 517 und 518. Wendegetriebe im Längenschnitt und Grundriß.

Zuweilen hat man elektrische Kraftübertragung ausgeführt. Wenn man die Gasmaschine als sogenannte Primäranlage fest mit einer Dynamomaschine verbindet und den elektrischen Strom zu einem mit der Schraubenwelle fest verbundenem Elektromotor leitet, kann man sowohl die Drehrichtung wie die Drehgeschwindigkeit der Schraube einfach, schnell und sicher von jeder Stelle des Schiffes aus beliebig ändern und es ist dann auch nicht nötig, beide Maschinenanlagen in demselben Raume aufzustellen. Rücksichtlich der Umlaufzahl der Gas-

maschine ist man in keiner Weise durch die Umlaufzahl der Schraube beschränkt und man kann daher die nach Gewicht, Raum und Kosten vorteilhafteste Gasmaschine wählen. Nebenbei gewinnt man noch den Vorteil, daß man den Elektromotor vorübergehend etwa bis auf das Doppelte der normalen Leistung überlasten kann, was bei Gasmaschinen nicht möglich ist.

Bei diesen großen Vorteilen verursacht aber die elektrische Kraftübertragung einen sehr beträchtlichen Kraftverlust von 0,15 bis 0,30 der Leistung, der zwar bei kleineren Maschinen zum Teil durch eine bessere Schraubenwirkung ausgeglichen werden kann, aber immerhin so beträchtlich bleibt, daß diese Anordnung nur in seltenen Fällen für dauernden, gewerblichen Schiffbetrieb geeignet ist. Auch sind die elektrischen Maschinen kostspielig in der Beschaffung und von großem Gewicht.

Beachtenswert ist die von Del Proposto eingeführte Verbesserung der elektrischen Umsteuerung, die so eingerichtet ist, daß zwischen Gasmaschine und Schraube auf der Welle zunächst eine Dynamomaschine, dann eine elektromagnetische Kupplung und ein Elektromotor angeordnet sind. Während der Vorwärtsbewegung des Schiffes sind Dynamo und Elektromotor außer Betrieb und die Schraube wird mittels der Kupplung unmittelbar von der Gasmaschine angetrieben, so daß kein besonderer Kraftverlust entsteht. Zur Rückwärtsbewegung wird die Kupplung gelöst und gleichzeitig treten Dynamo und Elektromotor in Tätigkeit. Dieser im allgemeinen nur kurze Zeit dauernde Vorgang der Rückwärtsbewegung ist allerdings mit dem oben erwähnten Kraftverlust verbunden, der aber dadurch vermindert wird, daß man die elektrischen Maschinen nur höchstens für die halbe Leistung der Gasmaschine zu bemessen braucht. Durch das Verfahren von Del Proposto werden sowohl die Kosten der Beschaffung und das Gewicht, als auch die Kraftverluste wesentlich vermindert, bleiben aber noch immer beträchtlich.

Das beste Mittel ist die Umsteuerung der Gasmaschine selbst (unmittelbare oder direkte Umsteuerung), die in neuester Zeit in verschiedener Weise mit gutem Erfolg von mehreren Fabriken namentlich an Dieselmaschinen von größeren Leistungen ausgeführt ist. Es wird allgemein dabei Preßluft angewandt, die ja auch zum Anlassen erforderlich ist. Am einfachsten und sichersten läßt sich das Anlassen und das Umsteuern bewirken, wenn man die Maschine mit besonderen Anlaßzilindern ausrüstet. Dies Verfahren wurde aber bisher selten angewandt, um an Raum, Gewicht und Kosten zu sparen; man benutzt vielmehr die Arbeitszilinder selbst. Um im Viertakt arbeitende Gasmaschinen mit Sicherheit durch Preßluft anlassen zu können, müssen wenigstens 3 Zilinder vorhanden sein, die bei 0,8 bis 0,85 Luftfüllung dann im Zweitakt arbeiten. Bei den großen Füllungen empfiehlt es sich, der Luft mindestens eine Spannung von 16 bis 20 Atmosphären zu geben, um den Luftverbrauch und den nötigen Vorrat zu vermindern. Sechszilindermaschinen kann man mit Sicherheit auch im Viertakt anlassen[1]). In allen Fällen müssen die Zilinder mit besonderen Lufteinlaß- und Auslaßventilen versehen werden, die gleichzeitig zur Umsteuerung eingerichtet sind.

Diese wird so ausgeführt, daß man zunächst den Brennstoffbetrieb abstellt, wodurch die Maschine langsameren Gang bekommt; dann wird die Umsteuerung vorgenommen und gleichzeitig der Preßluftbetrieb eingeschaltet, wodurch die Maschine in umgekehrter Richtung anläuft; schließlich wird der Brennstoffbetrieb wieder angestellt und die Preßluftsteuerung abgestellt. Das alles muß mit wenig Handgriffen, in kürzester Frist und mit möglichst großer Sicherheit durchgeführt werden.

1) Nach Romberg.

Dazu sind verwickelte mechanische Einrichtungen erforderlich, die besonders dadurch erschwert werden, daß bei den verhältnismäßig kleinen Zilindern der Raum auf ihren Deckeln zur Anbringung der verschiedenen Ventile beschränkt ist. Das trifft am meisten bei Viertaktmaschinen zu, während die Umsteuerung von Zweitaktmaschinen, die zum Teil durch den Arbeitskolben in Verbindung mit Schlitzen in den Zilindern (Kanalkränze) gesteuert werden, sich viel einfacher gestaltet, z. B. bei der oben dargestellten umsteuerbaren Maschine von Gebr. Sulzer (Abb. 499 bis 501).

Unter den Einrichtungen mit besonderen Anlaßzilindern scheint die Bauart Hesselmann bemerkenswert[1]). Auf der Kurbelwelle der Arbeitsmaschine (Bauart Diesel im Zweitakt) ist eine besondere Anlaß- und Umsteuermaschine mit 2 doppeltwirkenden Zilindern angeordnet, die während des regelmäßigen Ganges der Arbeitsmaschine als Spülpumpen dienen. Beim Anlassen oder Umsteuern wird die Arbeitsmaschine abgestellt und die Anlaßmaschine mit dem Druckluftbehälter in Verbindung gesetzt. Die Spülpumpen der neuesten Augsburger Dieselmaschine (S. 615) werden in ähnlicher Weise benutzt.

Die mechanische Ausbildung der Umsteuerungen ist zurzeit schon so weit fortgeschritten, daß man die Maschinen angenähert mit gleicher Schnelligkeit und Sicherheit umsteuern kann, wie die Dampfmaschinen. Dadurch ist auch der Vorteil erreicht, daß die bewegliche Kupplung zwischen Kurbelwelle und Schraubenwelle fortfallen kann, wodurch bei großen Maschinen die Sicherheit des Betriebs erhöht wird.

Über die Gasmaschinen im allgemeinen mag noch angeführt werden, daß neuerdings in England doppelt wirkende Maschinen mit Erfolg gebaut wurden, die nach Art der Dampfmaschinen mit Kreuzkopf-Führungen u. dgl. ausgerüstet sind. Es läßt sich erwarten, daß man auf diesem Wege zu größeren Maschinenleistungen kommen wird.

Die Anwendung der Gasmaschinen in der Binnenschiffahrt. Gegenüber den Dampfmaschinen haben Gasmaschinen von gleichen Leistungen für die Binnenschiffahrt mancherlei allgemeine Vorzüge, die allerdings für Sauggasmaschinen nur bedingt zutreffen: Ersparnis an Raum, Gewicht und Bedienung. (Zur Bedienung der Maschine gehört aber eine gut ausgebildete Person und die Fabriken schädigen sich selbst, wenn sie erklären, dazu sei keine Ausbildung erforderlich. Namentlich die Verpuffungsmaschinen sind recht empfindlich.) Die Gasmaschinen sind ferner stets betriebsbereit, während Dampfkessel oft mehrere Stunden vorher geheizt werden müssen, und außerhalb der Betriebszeit wird kein Brennstoff verbraucht. Bei Gasmaschinen gibt es weder Rauch noch Ruß noch Kohlenstaub, ferner keine Kesselexplosionen und daher keine polizeilische Genehmigung und Überwachung.

Als Nachteile sind zu erwähnen, daß die Gasmaschine in der Regel nur für einen bestimmten Brennstoff geeignet ist und von dessen chemischen und physikalischen Eigenschaften abhängt, während die Eigenschaften des

1) Zeitschrift für Binnenschiffahrt, 1911, S. 507. Aufsatz von Rosemann.

Dampfs unverändert bleiben, ob man den Kessel mit Kohlen, Torf, Holz oder Öl heizt. Ferner dient der Dampfkessel als Kraftsammler und erlaubt eine weitgehende Veränderung der Maschinenleistung sowie gelegentlich eine gewisse Überlastung der Maschine, die bei den Gasmaschinen ausgeschlossen ist. Die Leistungen von Ölmaschinen nach Diesels Bauart können zwar innerhalb gewisser Grenzen verändert werden; aber bei anderen Gasmaschinen und besonders bei den mit Sauggas betriebenen entstehen unter stark veränderten Betriebsverhältnissen erhebliche Schwierigkeiten, die sich nicht ganz beseitigen lassen, wenn man nicht die kostspielige elektrische Übertragung anwenden will. Unangenehme Eigenschaften der Gasmaschinen sind oft auch ihr geräuschvoller und unruhiger Gang und der üble Geruch.

Der mechanische Wirkungsgrad der Gasmaschinen kann bei größeren zu 0,7 bis 0,8, bei kleineren zu 0,6 bis 0,65 angenommen werden; er ist also kleiner als bei Dampfmaschinen, wo er 0,7 bis 0,85 und bei sehr großen 0,9 beträgt (S. 589).

Dagegen ist der thermische Wirkungsgrad der Gasmaschinen erheblich größer wegen des größeren Druckgefälles (20 bis 40 kg je cm^2) und des größeren Wärmegefälles (1100 bis 1500° C). Er beträgt (nach Romberg) bei Petroleum-Maschinen 0,14 bis 0,17, bei Benzin 0,17 bis 0,25, bei Sauggas 0,19 bis 0,23, bei Dieselmaschinen im Zweitakt 0,25 bis 0,3 und bei solchen im Viertakt 0,27 bis 0,32, während bei guten Heißdampfmaschinen nur 0,135 erreicht wird. (Die großen Wärmeverluste entstehen bei den Dampfmaschinen im Kessel und im Kondensator.)

Die Verwendung der Gasmaschinen in der Binnenschiffahrt kann zu drei verschiedenen Zwecken geschehen: als Hilfsmaschinen, zum regelmäßigen Betrieb von Kraftbooten und zum gewerblichen Betrieb großer Personen-, Schlepp- und Güterschiffe.

1. Als Hilfsmaschinen werden besonders die Benzinmaschinen und die billiger arbeitenden Petroleum- und Ölmaschinen mit Glühhaube bei Segelbooten angewendet, die zur Fischerei, zur Aufsicht und zum Vergnügen (Sport) dienen und bei Windstille auf weiten Gewässern, auf Landseen oder auf dem Meere, hilflos sein würden. Sie werden ferner auf großen Binnenschiffen benutzt, um die Anker- und die Ladewinden zu bedienen oder um elektrisches Licht zu erzeugen. Als Hilfsmaschinen müssen sie auch angesehen werden, wenn sie auf größeren Lastschiffen auf den Strömen zur Unterstützung bei der Talfahrt oder zum Verholen in Häfen und anderen stillen Gewässern angewendet werden. Es handelt sich dabei meistens um schwache Maschinen von höchstens 20 PS.

2. Zum regelmäßigen Betriebe von Kraftbooten (kleineren Personen-, Fähr-, Polizei- und Aufsichtsbooten, sowie von Vergnügungsbooten) haben sich die Gasmaschinen wegen ihrer erwähnten Vorzüge auf allen natürlichen und künstlichen Wasserstraßen gut bewährt. Da hierbei in der Regel

nur kleine Widerstände zu überwinden sind und große Geschwindigkeiten verlangt werden, sind die Maschinen mit hohen Umlaufzahlen und mit verhältnismäßig kleinen Schrauben ganz am Platze. Auch ist bei den gewöhnlich nur schwachen Maschinen (meistens 8 bis 15, selten 20 und mehr Pferdestärken) der Brennstoffverbrauch nicht so groß, daß die Kosten sehr ins Ge-

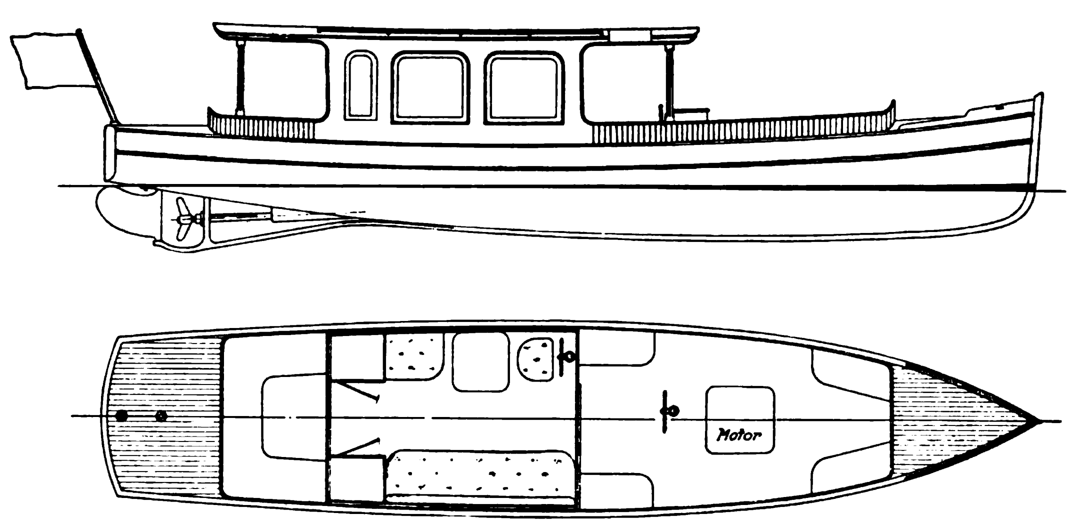


Abb. 519 und 520. Kraftboot für den Aufsichtsdienst der Wasserbauverwaltung.

wicht fallen. Neuerdings scheinen allerdings die wohlfeiler mit Rohöl arbeitenden Swiderski- und Bolindermaschinen, sowie die mit Petroleum arbeitende Bronsmaschine mit den bisher allgemein benutzten Benzinmaschinen in Wettbewerb zu treten.



Abb. 521. Kraftboot für den Aufsichtsdienst.

In den Abbildungen 519 bis 521 sind Kraftboote zum Aufsichtsdienst für Beamte der Wasserbauverwaltung dargestellt, die sich gut bewährt haben. Abbildung 519 und 520 zeigen ein aus Stahl mit Aufbau aus Teakholz gefertigtes Kraftboot von 10 m Länge, 2,1 m Breite und 0,6 m Tiefgang. Die zweizilindrige Benzinmaschine von 9 Nutzpferdestärken mit Wendegetriebe verbraucht stündlich je Pferdestärke 0,3 bis 0,35 kg Benzin und gibt in stillem, breitem, tiefem Fahrwasser eine Geschwindigkeit von 13 km je Stunde. Der Preis war 9000 Mark. Solche Kraftboote sind auf den Märkischen Wasserstraßen in großer Zahl vorhanden.

3. Zum gewerblichen Betriebe großer Personen-, Schlepp- und Güterschiffe sind in Deutschland bisher die Gasmaschinen, von denen für diesen Zweck besonders die Ölmaschinen nach Diesels Bauart und die Sauggasmaschinen in Frage kommen, noch wenig benutzt worden. Der Grund liegt einerseits darin, daß die bisher damit gemachten Erfahrungen noch nicht ausreichen, um die vollständige Betriebsicherheit zu gewährleisten, und andererseits ist für die Dieselmaschinen der Brennstoff verhältnismäßig teuer (S. 616). Wenn auch einzelne Teeröle zurzeit noch verhältnismäßig wohlfeil sind, so ist doch zu befürchten, daß bei ausgedehnter Verwendung die Preise bald steigen würden. Die Sache liegt also ähnlich wie bei der Ölfeuerung der Dampfkessel.

Im Jahre 1909 wurde von der Mannheimer Fabrik Benz u. Co. in ein Personenschiff der Berliner Gesellschaft »Stern« (S. 555) eine Sauggasmaschine von 50 PS mit einem Elektromotor eingebaut. Diese Maschine entsprach aber den Anforderungen nicht und ist bald wieder entfernt worden.

Für Schleppschiffe auf deutschen Strömen (mit ausreichender Tiefe für Schrauben) scheint die Sauggasmaschine mit Rücksicht auf den Verbrauch einheimischer Brennstoffe (Braunkohlen) besonders geeignet zu sein. Es sind auch auf dem Rhein schon verschiedene Versuche gemacht worden.

In den Abbildungen 522 bis 524 ist ein solcher Schlepper mit 130 PS von der Fabrik in Köln-Ehrenfeld dargestellt. Das Schiff ist 19,4 m lang, 4,25 m breit und 2,2 m hoch. Die Einrichtung ist aus den Abbildungen ersichtlich. Der Verbrauch an Anthrazit von 7800 WE betrug bei Volleistung 0,4 bis 0,42 kg einschließlich Anheizen und Abbrand. Es ist eine Drehflügelschraube nach Meißners Bauart verwendet.

Die Fabrik in Köln-Deutz hat im Jahre 1909 einen Zweischraubenschlepper von 400 PS auf dem Rhein in Betrieb gestellt. Die beiden vierzilindrigen Sauggasmaschinen von je 200 PS, die durch Braunkohlenbriketts betrieben werden, sind in ein vorhandenes Schiff eingebaut worden, das, nach erfolgter Verlängerung, 34 m lang, 6,3 m breit ist und mit 3 t Briketts einen mittleren Tiefgang von 1,75 m hat. Die Zahl der Umdrehungen beträgt 220 je Minute; doch soll es möglich sein, sie durch Beeinflussung des Regelers und der Zündung auf 90 zu vermindern. Zur Umsteuerung sind Wendegetriebe verwendet. Bei den Versuchsfahrten hat der Schlepper mit 5 km Geschwindigkeit je Stunde in 2 beladenen Schiffen 1600 t Nutzlast befördert und im Binger Loch bei normalem Wasserstande ein Schiff von 800 t ziehen können. Nach fünfmonatigem Betriebe hat aber der Besteller die Abnahme des Schiffes abgelehnt, weil es seinen Anforderungen nicht entsprach[1].

Wenn auch die Sauggasmaschine auf Schleppern bisher in Deutschland keine wirtschaftlichen Erfolge erreicht hat, so ist doch zu erwarten, daß weitere Verbesserungen sie endlich dazu führen werden.

Schleppschiffe mit Dieselmaschinen sind seit der Erfindung der eigenen Umsteuerung schon von Gebr. Sulzer (Schlepper »Fortschritt« von etwa 150 PS) und von der Kruppschen Germaniawerft (Schlepper »Rapido« von 120 PS) in den Jahren 1909 und 1910 gebaut und in Hamburg, Lübeck und Kiel in Betrieb gesetzt werden. Auf den deutschen Strömen verkehren solche Schiffe aber noch nicht. Das ist auffallend; denn gerade diese Maschinen scheinen für den Zweck gut zu passen, wenn sie auch nicht mit so billigem Brennstoff zu

1) Zeitschrift für Binnenschiffahrt, 1910, S. 28. Dort befinden sich auch Abbildungen.

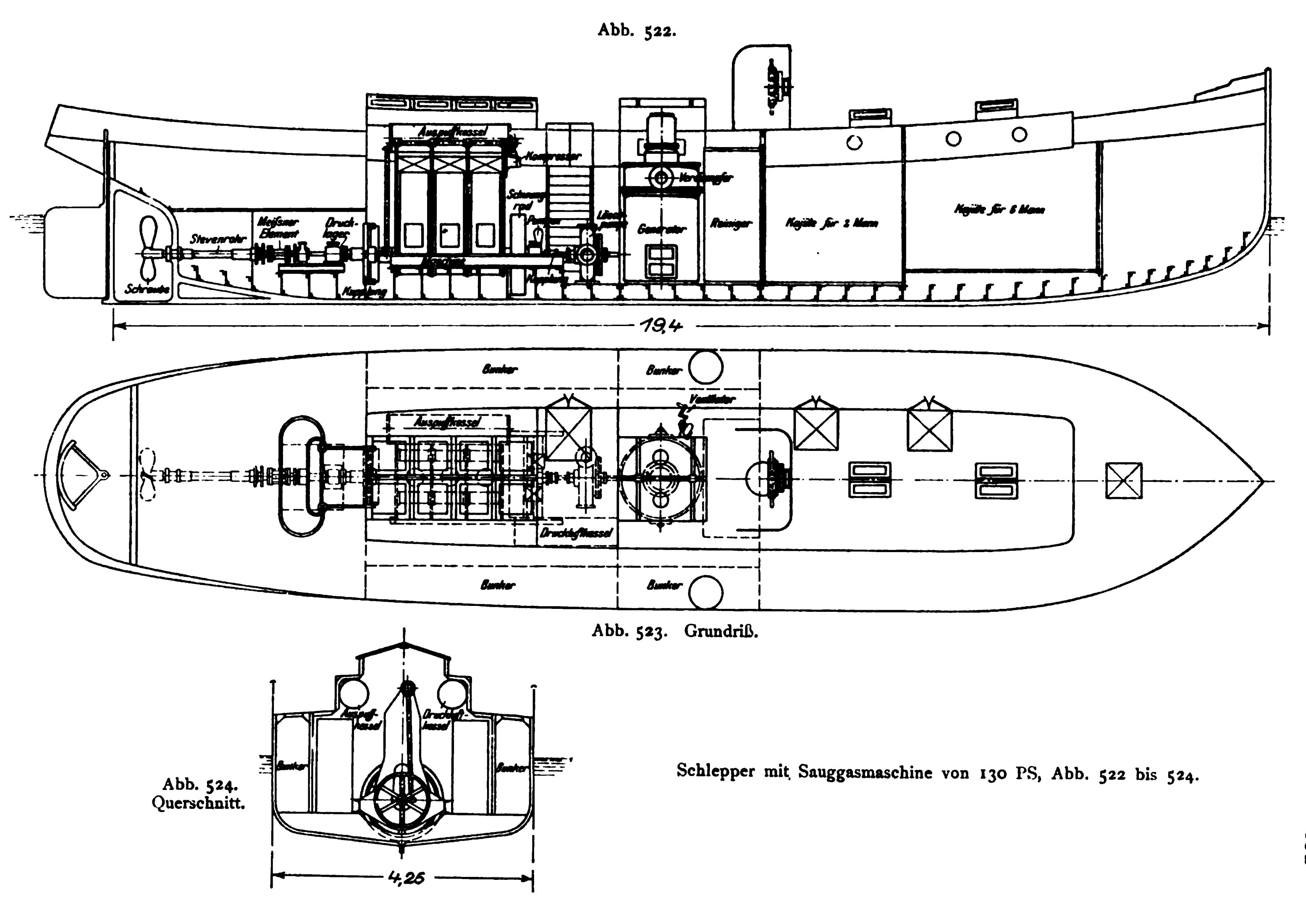


Abb. 522.

Abb. 523. Grundriß.

Abb. 524. Querschnitt.

Schlepper mit Sauggasmaschine von 130 PS, Abb. 522 bis 524.

bedienen sind, wie die Sauggasmaschinen. Im allgemeinen wird der für sie erforderliche Brennstoff nicht billiger sein als die Steinkohlen für Dampfmaschinen von gleichen Leistungen; aber die anderen Vorzüge und besonders die dauernde Ersparnis an Heizern, sollten doch schließlich den Ausschlag geben. Alle Schleppschiffe mit Gasmaschinen zeigen gegenüber den Dampfschiffen den Nachteil, daß sie beim Beginn der Fortbewegung sofort mit fast voller Kraft arbeiten und es erfordert viel Vorsicht, um zu verhüten, daß beim plötzlichen Anziehen des Schleppzugs die Trossen reißen oder die Poller brechen.

Lastschiffe mit Gasmaschinen werden auf genügend tiefen Wasserstraßen, die angenähert überall den gleichen Schiffswiderstand verursachen, unter denselben Bedingungen wirtschaftlichen Erfolg haben, wie die jetzt bestehenden Güterdampfer mit Schrauben, also im regelmäßigen Verkehr mit Stück- und Eilgütern oder auch anderen Waren zwischen bestimmten Orten, wo für schnelles Löschen und Laden gesorgt ist. Die Ölmaschinen jeder Art werden dabei vorteilhafter als die Dampfmaschinen sein, weil durch die Ersparnis an Heizern und Maschinisten die Verluste während der Lade-, Lösch- und Wartezeiten verringert werden. Die Bedingung des gleichen Widerstandes ist darum nötig, weil die Gasmaschinen in ihrer Leistung nur wenig verändert und niemals vorübergehend überlastet werden können, was bei abwechselndem Verkehr in Kanälen, in aufgestauten oder offenen Strömen mit verschiedenem Gefälle erforderlich wäre.

Schon aus diesem Grunde muß die oft gehörte Meinung, daß nach der Erfindung der Gasmaschinen künftig alle Lastschiffe auf den Binnenwasserstraßen damit ausgerüstet werden müßten, um sich »unabhängig von den Schleppdampfern« zu machen, in dieser allgemeinen Fassung als unrichtig bezeichnet werden. Diese Meinung wird meistens durch die Vertreter der mit der Herstellung von Gasmaschinen beschäftigten Fabriken in der Öffentlichkeit verbreitet und man kann es diesen nicht verwehren, daß sie ihre Waren anpreisen. Es wäre aber töricht, die Lastschiffe auf Rhein, Weser, Elbe mit so starken Maschinen zu versehen, daß sie als »Selbstfahrer« zu Berg fahren können, weil der jetzige Schleppbetrieb viel vorteilhafter ist.

Auch genügt bei tief beladenenen Schiffen die Wassertiefe unter dem Schiffsboden meistens nicht für eine gute Wirkung der Schrauben, während umgekehrt bei den unvermeidlichen Leerfahrten die Schraubenflügel aus dem Wasser treten und unwirtschaftlich arbeiten. (Die Anwendung von Schraubenwellen, die sich nach Bedarf heben und senken lassen (S. 470), kann nicht empfohlen werden.)

Anders liegt die Sache innerhalb eines Kanalnetzes oder eines Netzes von Wasserstraßen, die von Natur oder durch Aufstau eine genügende Tiefe und ein nur geringes Gefälle besitzen, wie z. B. im Gebiet der märkischen Wasserstraßen, der elsaß-lothringischen Kanäle oder der weitverzweigten holländischen Wasserstraßen. Lastschiffe, die sich auf den Verkehr innerhalb dieses Netzes

beschränken, werden durch die Ausrüstung mit einer Schraube unter Umständen wirtschaftliche Erfolge erreichen können. Für diese Betriebe wird sich neben den Ölmaschinen von Swiderski und Bolinder wegen der geringeren Betriebskosten besonders die Sauggasmaschine empfehlen.

Auf den elsaß-lothringischen und den anschließenden französischen und belgischen Kanälen verkehren seit Jahren einige Lastschiffe mit Sauggas, die gelegentlich auch den Rhein talwärts befahren. Im Jahre 1909 wurden im Rheingebiet 9 Güterschiffe von Kanalmaß (38,5 m lang, 5 m breit, 1,8 m Tauchtiefe) mit 240 bis 260 t Tragfähigkeit gezählt, die durch Sauggasmaschinen von 20 bis 45 Pferdestärken getrieben wurden.

Auf den östlichen deutschen Wasserstraßen sieht man solche Schiffe noch selten. Im Jahre 1910 wurde ein gewöhnliches kleines Elbschiff (eiserne Bordwände und Holzboden, 39 m lang, 5,2 m breit, 212 t Tragfähigkeit) durch die Fabrik in Köln-Ehrenfeld mit einer Sauggasmaschine von 65 PS mit 300 Umdrehungen ausgerüstet, deren Gesamtgewicht 8 t betrug. Der Brennstoff ist englischer Anthrazit. Das Schiff verkehrt zwischen Hamburg und Berlin und wird auf der Elbe nicht geschleppt. Wie sich das Unternehmen bewährt hat, ist nicht bekannt geworden[1]).

Auf dem baierischen Ludwigkanal sind im Jahre 1911 einige Güterschiffe mit Gasmaschinen in Betrieb gestellt.

Im ganzen Deutschen Reich waren nach amtlicher Zählung am Ende des Jahres 1907 im ganzen 691 Kraftschiffe mit Gasmaschinen im gewerblichen Betriebe der Binnenschiffahrt vorhanden. Davon entfielen 344 mit 3345 PS auf Personenschiffe, 325 mit zusammen 8303 t Tragfähigkeit und 2571 PS auf Güterschiffe und 22 mit 196 PS auf Schleppschiffe[2]).

Im Auslande scheint die Entwickelung der Kraftschiffe mit Gasmaschinen schneller fortzuschreiten, was bei den Ölmaschinen besonders aus dem niedrigen Preise des Brennstoffs zu erklären ist.

In Rußland sind große Ein-, Zwei- und Dreischraubengüterschiffe (meistens Kastenschiffe) mit Dieselmaschinen im Betriebe, die Tragfähigkeiten bis zu 4600 t und bis zu 1400 PSi haben. Diese sehr großen Schiffe verkehren allerdings nur auf dem Kaspischen Meer. Für den Schleppdienst auf der Wolga und anderen Strömen sind Seitenradschlepper mit solchen Maschinen bis zu 1000 PSi erbaut worden[3]).

In der Schweiz verkehrt auf den Seen eine ziemlich große Zahl von kleinen Lastschiffen, die mit Benzin-, Petroleum- und Ölmaschinen (zum Teil als Hilfsmaschinen) versehen sind. Seit 1905 fährt auf dem Genfer See ein größeres Güterschiff mit Dieselmaschine. Auch ein Personenschiff auf dem Züricher See wurde 1909 mit einer solchen Maschine ausgerüstet (S. 615, Abb. 499 bis 501). Sie hat aber den Anforderungen des regelmäßigen, pünktlichen Betriebs auf die Dauer nicht genügen können. Dem Vernehmen nach sind wiederholt empfindliche Störungen eingetreten und die Leistungen sollen nachgelassen haben, so daß im Jahre 1911 die Maschine aus dem Schiff herausgenommen wurde.

In Holland hat namentlich im Laufe der letzten 5 Jahre die Zahl der Schiffe mit Gasmaschinen zugenommen. Es werden dort vorwiegend die kleineren Ölmaschinen, sowohl auf Güterschiffen wie auf kleinen Personenbooten, angewendet.

In Österreich-Ungarn sind vor einigen Jahren auf der Donau mehrere Flußtorpedoschiffe mit je 2 englischen Ölmaschinen von 300 PS (2 Schrauben) und ferner zwei flach gehende Flußkanonenboote mit je 5 englischen Ölmaschinen von 70 PS (3 Schrauben) ausgerüstet worden.

---

1) C. Stein, Der Gasmotor im Dienste der Schiffahrt. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1905. C. Claus, Schleppmonopol und Selbstfahrer. Berlin, 1910, M. Krayn. O. Flamm, Die Anwendung des Motors in der Binnenschiffahrt, Verbandschrift. Großlichterfelde bei Berlin, 1911, A. Troschel.

2) Vgl. »Bestand der Binnenschiffe« am Ende des Buches.

3) Schaffran, Neuere bedeutsame Erscheinungen auf dem Gebiete des Baues von Motorschiffen in Rußland. Zeitschr. f. Binnenschiffahrt 1912, S. 38, 93, 148.

Sie werden mit Gasolin betrieben und sollen sich gut bewähren. Dagegen ist von der Anwendung der Gasmaschinen im gewerblichen Schiffahrtbetriebe auf der Donau bisher nichts bekannt geworden, obwohl dort die galizischen, rumänischen und russischen Rohöle wohlfeil sind. Dem Vernehmen nach wird im Jahre 1912 die Süddeutsche Donau-Dampfschiffahrt-Gesellschaft drei Güterschiffe von je 620 t Tragfähigkeit in Betrieb stellen. Sie sollen Tunnelheck mit 2 Schrauben erhalten und mit Bolindermaschinen von je 120 PS versehen werden. Auf der Save ist seit 1911 ein Schraubenschlepper mit Dieselmaschine im Betrieb.

In Nordamerika werden schon viele Gasmaschinen in der Binnenschiffahrt verwendet. In neuester Zeit verkehren z. B. auf den Pennsylvanischen Kanälen zwei Schleppschiffe mit Sauggasmaschinen. Sie sind 13 m lang, 3,2 m breit und haben einen Tiefgang von 1,4 m. Die im Viertakt arbeitende Vierzilindermaschine (216 mm Durchmesser und 305 mm Hub) entwickelt bei 300 Umdrehungen 65 Nutzpferdestärken. Die Schlepper bewegen Züge von 4 bis 5 Schiffen mit je etwa 100 t Ladung mit einer Geschwindigkeit von 6,5 km je Stunde. Der stündliche Verbrauch von Anthrazit wird zu 25,5 kg (also je PS etwa 0,4 kg) angegeben.

4. Kraftschiffe mit elektrischem Antrieb.

Um die Fortbewegungsmittel durch Elektrizität anzutreiben, kann man entweder die am Lande erzeugte Kraft in Sammlern (Akkumulatoren) aufspeichern, die auf dem Schiffe aufgestellt werden, oder man überträgt sie durch Oberleitungen und Stromabnehmer, ähnlich wie bei den Straßenbahnen, auf das Schiff während der Fahrt, oder man erzeugt sie an Bord durch eine Dampf- oder Gasmaschine. Alle drei Arten sind mit mehr oder weniger Erfolg ausgeführt und versucht worden.

Das erste elektrisch betriebene Kraftboot mit Sammlern wurde in Deutschland im Jahre 1891 auf der Elektrizitätsausstellung in Frankfurt a. M. vorgeführt und hat namentlich für Vergnügungsfahrten viele Nachahmer gefunden. Die Einrichtung solcher Schiffe ist einfach: Die Sammlerbatterie wird gewöhnlich unter der durchlaufenden Wegerung (Fußboden der Kajüte) untergebracht. Dort liegt auch die Schraubenwelle, auf der unmittelbar oder mit Kupplung der »Elektromotor« befestigt ist, während der »Regeler« und der »Anlasser« neben dem Steuerrade aufgestellt werden, so daß ein Mann das Schiff lenken und bedienen kann. Der Elektromotor bedarf während der Fahrt keiner Beobachtung und keiner Bedienung. Anfänglich ergaben sich aus den hohen Umlaufzahlen der Elektromotoren Schwierigkeiten, weil der Wirkungsgrad der Schrauben dabei ungenügend war. Jetzt werden aber diese Maschinen auch für kleine Umlaufzahlen (bis 120 und weniger) einwandfrei hergestellt, allerdings unter Vermehrung des Gewichts und Verminderung des mechanischen Wirkungsgrades.

Die großen Vorzüge des elektrischen Antriebs liegen in der einfachen Bedienung des Elektromotors und besonders in der leichten Umsteuerung. Ferner wird, ähnlich wie bei der Gasmaschine, während des Stillstands der Schraube keine Kraft verbraucht und keine Wartung erforderlich. Die Boote sind stets betriebsbereit. Sehr angenehm ist auch der ruhige und fast geräuschlose Gang. Der große Nachteil dieser Einrichtung ist der beschränkte Wirkungskreis solcher Schiffe wegen des großen Gewichts der Kraftsammler.

Ein kleines Kraftboot von 10,5 m Länge, 2,3 m Breite, 0,65 m Tiefgang und 6 t Wasserverdrängung kann z. B. mit einer einmaligen Ladung der 2,4 t schweren Sammlerbatterie in stillem, tiefem Wasser entweder mit einer stündlichen Geschwindigkeit von 12 km 3 Stunden lang fahren oder mit einer Geschwindigkeit von 9 km 15 Stunden lang. Der Wirkungskreis ist also im ersten Falle 36 km und im zweiten Falle 135 km lang. Im ersten Falle entwickelt der Elektromotor eine Nutzleistung von 5 PS und im zweiten Falle von etwa 2 PS. Die Zahl der Umdrehungen beträgt 750 und das Gewicht der Maschinenanlage einschließlich der Batterie 2,7 t[1]). Man erkennt aus diesen Mitteilungen, wie mit wachsender Geschwindigkeit der Wirkungskreis sehr schnell abnimmt und wie abhängig ein solches Boot von den Ladestationen ist. Es ist darum bisher nicht einmal in der Umgebung großer Städte, z. B. Berlin, gelungen, elektrisch getriebene Kraftboote zu Vergnügungs- und Sportzwecken in großer Zahl einzuführen.

Für größere Geschwindigkeiten, z. B. bei der Bergfahrt auf Strömen und für größere Schiffe nimmt das Gewicht der Kraftsammler sehr schnell zu.

Als Personenschiffe für gewerblichen Betrieb dürften solche Kraftboote daher nur im Fährbetrieb zweckmäßig sein und als Schleppschiffe kommen sie kaum in Frage.

Zum elektrischen Antrieb von Lastschiffen sind neuerdings Kraftsammler in großem Umfange von der Ziegeltransport-Aktiengesellschaft in Berlin angewendet worden, die Ziegelsteine von Zehdenick nach Berlin befördert.

1) C. Schulthes, Elektrisch angetriebene Propeller. Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft, 1908.

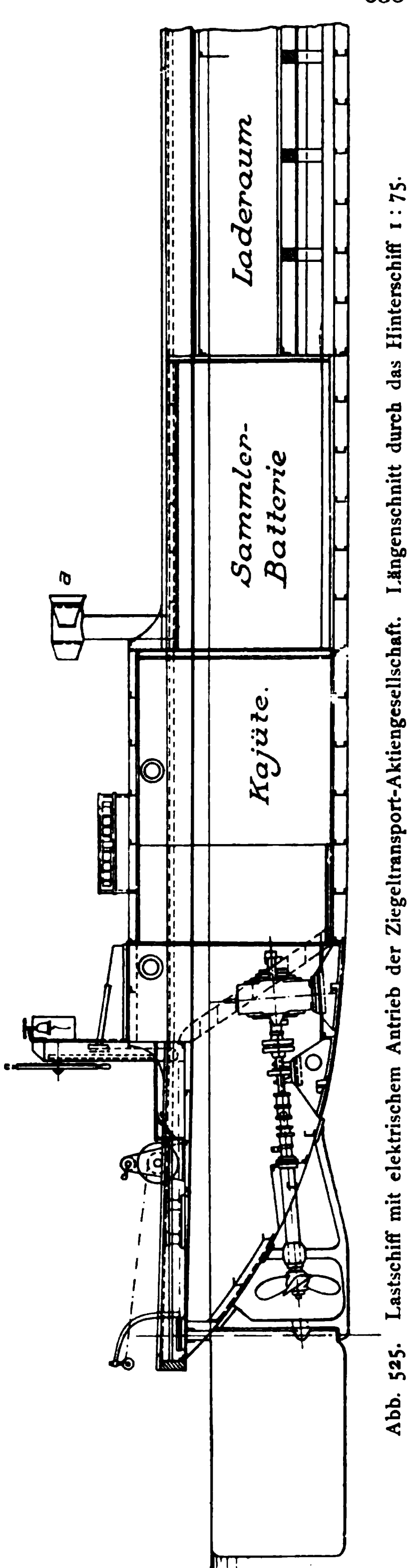


Abb. 525. Lastschiff mit elektrischem Antrieb der Ziegeltransport-Aktiengesellschaft. Längenschnitt durch das Hinterschiff 1 : 75.

Die Entfernung vom Humboldthafen in Berlin bis zu den Ziegeleien an der oberen Havel oberhalb Zehdenick beträgt etwa 75 km. Die Wasserstraße besteht aus Kanal-, See- und aufgestauten Stromstrecken und hat überall stilles Wasser von 1,5 m bis 1,6 m Tiefe. Es sind 8 Schleusen zu durchfahren.

Die Gesellschaft besitzt 118 Stück offene, stählerne Schiffe von Finowmaß (40 m lang, 4,2 m breit, 1,8 bis 1,9 m hoch), die nach der Eichung eine größte Tragfähigkeit von 188 bis 205 t besitzen. Bei einer Tauchtiefe von 1,3 m tragen sie eine Nutzlast von 160 bis 165 t, bei 1,4 m 175 bis 180 t und bei 1,5 m 190 bis 195 t. (Die größte zulässige Tauchtiefe in der Havel-Oder-Wasserstraße und in der oberen Havelwasserstraße beträgt 1,4 m.)

Die Schiffe haben eine vierflügelige Schraube von 925 mm Durchmesser, mit deren Welle der Elektromotor gekuppelt ist. In Abb. 525 ist ein Längsschnitt durch das Hinterschiff dargestellt. Das Heck ist löffelförmig. Vor dem Maschinenraum ist die Kajüte für den Schiffsführer angeordnet. Dann folgt der 3 m lange Raum für die Kraftsammler, der mit einem stählernen Deck abgeschlossen, mit einem Lüftungsrohr (*a*) versehen und von dem davor liegenden offenen, 25 m langen Laderaum aus zugänglich ist. In diesem ist die Bühne (Wegerung) etwa 0,4 m über dem stählernen Schiffsboden angeordnet, wie es auch bei anderen Lastschiffen üblich ist, die ausschließlich zur Beförderung von Steinen dienen (vgl. S. 340). Das Vorschiff enthält die Kajüte für die Schiffsmannschaft und bietet sonst nichts Bemerkenswertes.

Das Gewicht des Schiffskörpers beträgt etwa 41,5 t, wozu für Ausrüstung u. dgl. etwa 2 t kommen. Das Gewicht der Maschinenanlage beträgt 10,5 t, wovon 9,5 t auf die Batterie entfallen. Die Wasserverdrängung des leeren Schiffes (Totes Gewicht) beträgt daher etwa 54 t und mit einer Nutzlast von 175 t bis 180 t bei 1,4 m Tauchtiefe 229 bis 234 t.

Die Batterie hat 80 Zellen, eine Ladefähigkeit von 660 Ampèrestunden und wird vor Antritt jeder Fahrt in Berlin oder in Zehdenick geladen, wozu gewöhnlich 6 Stunden gebraucht werden. Die normale Fahrgeschwindigkeit (bei etwa 120 Umdrehungen der Schraube) beträgt 4 km je Stunde; der Regeler (Kontroller) ist für 5 Geschwindigkeitstufen eingerichtet, von denen 2 durch Feldschwächung und 2 durch Widerstände erzielt werden. Die Stellung IV entspricht der Reisegeschwindigkeit, während die Stellung V nur vorübergehend, z. B. beim Überholen, benutzt wird. Die normale Leistung des Elektromotors beträgt etwa 6 PSi und steigt bei der Stellung V bis auf etwa 9 PSi.

Im Jahre 1910 wurden mit einem Schiffe Versuchsfahrten im Teltowkanal vorgenommen, dessen Abmessungen hinsichtlich der Fahrwasserbreite und Tiefe allerdings erheblich größer sind als bei den Kanälen in der Wasserstraße Berlin—Zehdenick[1]). Durch Schleppen des mit 158,5 t Nutzlast beladenen Schiffes von 1,3 m Tiefgang mittels der dort vorhandenen elektrischen Treidelvorrichtung wurde bei verschiedenen Geschwindigkeiten (v in km je Stunde) der Schiffswiderstand (W) ermittelt und daraus die Nutzleistung $\left(PS = \frac{W \cdot v}{3,6 \cdot 75}\right)$ berechnet. Die Ergebnisse sind (aus der unten angegebenen Quelle) in nachstehender Tafel zusammengestellt, worin n die Umdrehungszahl des Elektromotors und der Schraube bedeutet.

Stellung	Ampère	Volt	n	PSi	v km	W kg	PS	Wirkungsgrade		
								η_m	η_p	η
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
III	19,25	162	102	4,24	3,36	105	1,31	0,76	0,41	0,31
IV	28,25	160	117	6,15	3,89	140	2,02	0,77	0,43	0,33
V	41,25	159,5	132	8,95	4,425	180	2,95	0,77	0,43	0,33

Der Wirkungsgrad des Elektromotors (η_m) in Spalte 9 war (nach der angeführten Quelle) von der betreffenden Fabrik zu 0,82 angegeben; doch konnte dieser Wert bei den niedrigen Umlaufzahlen nicht erreicht werden. Der Wirkungsgrad der Schraube (η_p) und der Gesamtwirkungsgrad (η) müssen als recht vorteilhaft bezeichnet werden. (Vgl. die Leistungen

1) C. Claus, Dr. ing., Schleppmonopol und Selbstfahrer auf dem Rhein-Weser-Kanal, Berlin 1910.

der Dampfschiffe S. 590.) Bei Leerfahrten sind die Wirkungsgrade ebenso gut, obwohl dann die Schraube nur zur Hälfte im Wasser liegt.

Über die Kosten ist zu bemerken, daß die Schiffe mit Ausrüstung je 17500 bis 18000 Mark und die Maschinenanlagen außerdem je 11000 Mark gekostet haben, wovon etwa 8500 Mark auf die Batterie, einschließlich Säurefüllung usw., entfallen und der Rest auf den Elektromotor, die Schaltvorrichtungen, die Lichtanlage usw. Der Stromverbrauch beträgt für das beladene Schiff auf der Reise von Zehdenick nach Berlin durchschnittlich 80 bis 90, ausnahmsweise 100 Kilowattstunden, während auf der Rückfahrt das leere Schiff 60 bis 70 Kilowattstunden verbraucht. Die Fahrzeit kann nicht genau angegeben werden, weil sie von den vielen Aufenthalten, besonders an den Schleusen, beeinflußt wird: Die reine Fahrzeit des beladenen Schiffes soll etwa 20 Stunden, die des leeren 15 bis 17 Stunden betragen.

Die Stromkosten sind in Zehdenick sehr billig, da sie von einem Wasserkraftwerk für 4 Pfennig je Kilowattstunde bezogen werden. In Berlin wird an die Berliner Elektrizitätswerke ein Preis von 10 Pfennig gezahlt. Über die Unterhaltungskosten der Maschinenanlagen und besonders der Sammlerbatterien liegen noch keine Erfahrungen vor.

Gegen die Wirtschaftlichkeit dieses Betriebes läßt sich grundsätzlich nichts einwenden, da die Vorbedingungen für die Verwendung von Lastschiffen mit eigener Triebkraft, wie sie bei den Gasmaschinen (S. 632) besprochen wurden, im allgemeinen erfüllt sind. Hinsichtlich der noch einfacheren Bedienung der Kraftmaschine sind die Lastschiffe mit elektrischen Sammlern denen mit Gasmaschinen überlegen. Da die Batterie aber im besprochenen Falle nur für einen Wirkungskreis von höchstens 100 km ausreicht, muß der Betrieb darnach geregelt werden. Wenn man einen größeren Wirkungskreis oder eine größere Geschwindigkeit verlangt, wächst das Gewicht der elektrischen Sammler schnell und vermindert in empfindlicher Weise die Tragfähigkeit des Schiffes.

Elektrisch angetriebene Schiffe, die den Strom während der Fahrt von einer Oberleitung erhalten, können kaum als Kraftschiffe in unserem Sinne (S. 235) bezeichnet werden, weil sie sich nicht unabhängig vom Ufer bewegen können. Für den Schleppbetrieb auf Kanälen sind solche Versuche gemacht worden[1]).

Ganz unabhängig vom Ufer und von der Größe der Sammlerbatterie wird ein elektrisch angetriebenes Schiff, wenn es seine Ladestation bei sich führt, indem der elektrische Strom an Bord durch eine besondere Kraftmaschine nach Bedarf erzeugt wird. Man wählt dazu gewöhnlich eine Gasmaschine und die Vorteile der Verbindung von solchen Maschinen mit Elektromotoren sind schon oben (S. 625), namentlich in Beziehung auf die Umsteuerung der Schraubenwelle, auseinandergesetzt worden. Noch vorteilhafter wird diese Verbindung, wenn man sie durch eine Sammlerbatterie ergänzt, die sowohl zum Anlassen der Gasmaschine dient als auch beim Rückwärtsfahren und bei ganz langsamer Fahrt allein in Tätigkeit tritt. Bei gewöhnlicher Fahrt wird der Elektromotor zur Dynamo und es tritt ein ständiger Ausgleich der Kräfte ein. Die Umdrehungszahl der Gasmaschine ist von der durch den Regeler beliebig veränderlichen Erregung des Magnetfeldes

1) Block, Die Betriebseinrichtungen des Teltowkanals. Elektrotechnische Zeitschrift 1906, S. 546.

der Dynamo abhängig. Je nach dem Kraftbedarf für die betreffende Umdrehungszahl der Schraube geht die überschüssige Leistung der Gasmaschine als in der Dynamo erzeugte Elektrizität in die Sammlerbatterie. Wenn bei zunehmender Umdrehungszahl der Schraube oder bei wachsendem Schiffswiderstand (z. B. in starker Strömung) eine größere Kraft erforderlich wird, als die Gasmaschine leisten kann, so gibt die Batterie die fehlende Leistung her, wobei die vorher als Dynamo arbeitende Maschine zum Elektromotor wird. Da der Wechsel zwischen Dynamo und Elektromotor augenblicklich vor sich geht, ergänzt die Batterie in jeder Zeit die Gasmaschine, so daß die Fortbewegung des Schiffes sehr gleichmäßig wird[1]).

Es war schon oben erwähnt worden, daß durch die elektrische Kraftübertragung ein beträchtlicher Kraftverlust entsteht. Da man aber unabhängig von der Gasmaschine der Schraube die vorteilhafteste Umlaufzahl geben kann und durch die eingeschaltete Sammlerbatterie eine sehr gleichmäßige Umdrehung der Schraube erreicht, so wird für die ganze Anlage ein verhältnismäßig günstiger Wirkungsgrad gewonnen, durch den der Kraftverlust zum Teil wieder ausgeglichen werden kann.

Ob diese Art des elektrischen Antriebs, die bisher nur selten ausgeführt worden ist, in Zukunft eine gewisse Bedeutung für die Binnenschiffahrt bekommen wird, läßt sich noch nicht sagen. Es scheint aber nicht ausgeschlossen, daß in dieser Verbindung mit Sammlerbatterien auch die schnell laufenden Dampfturbinen künftig bei Binnenschiffen zweckmäßige Verwendung finden werden.

---

1) Nach Schulthes a. a. O.

Anhang.

1. Einiges über Schiffbauanstalten, Schiffaufzüge und Docks.

Das Schiffbauhandwerk hat sich wahrscheinlich in allen Ländern und Stromgebieten schon in den ältesten Zeiten mehr oder weniger selbständig entwickelt. Bei zunehmendem Verkehr lernte man bei Fremden und verbesserte die eigene Bauweise. So wissen wir, daß z. B. die Römer ihre höher entwickelte Fertigkeit nach Deutschland gebracht haben. Im Mittelalter hatten die Holländer den Ruf besonders tüchtiger Schiffbauer und wurden von ausländischen Fürsten und Städten oft gerufen, um bei ihnen ihre Kunstfertigkeit auszuüben und zu verbreiten. Noch bis heute beherrscht der holländische Schiffbau in gewissem Sinne das ganze Rheingebiet. Die in älterer Zeit an den meisten schiffbaren Strömen bestehenden Schiffbauanstalten waren sehr einfach eingerichtet, zumal die Schiffsformen noch recht ungeschickt waren. Das Biegen der starken eichenen Schiffsplanken mittels Erwärmung stammt wahrscheinlich aus Holland. In Norddeutschland gab es um die Mitte des vorigen Jahrhunderts besonders in der Mark Brandenburg eine große Zahl von Schiffbauanstalten, die handwerksmäßig betrieben wurden. Die dazu nötigen Einrichtungen waren einfach: Ein am Fluß gelegener, sanft geneigter (1 : 10 bis 1 : 20) Platz (der oder die Helling oder Helgen), ein Schnürboden, einige Schuppen, ein Dampfkasten (S. 376) zum Erwärmen und Biegen der Hölzer und das erforderliche Werkzeug.

Mit der Erfindung der Dampfschiffe entstanden Maschinenfabriken, welche die Dampfmaschinen und Kessel herstellten, während die Schiffskörper wie früher aus Holz von Schiffszimmerleuten gebaut wurden. Als man zum Eisenbau überging, übernahmen diese Fabriken auf geeigneten Plätzen am Wasser auch den Bau der Schiffskörper und so entstanden allmählich die heutigen Schiffbauanstalten (Werften). Wo, wie im Rheingebiet, auch die Lastschiffe (seit 1841) bald allgemein aus Eisen angefertigt wurden, verschwanden die älteren, nur für den Holzbau eingerichteten Schiffbauplätze zum großen Teile, während sie sich z. B. in Ostdeutschland länger erhielten. Ein Teil von ihnen trug den veränderten Zeitverhältnissen Rechnung und lernte die erweiterte Verwendung des Eisens. Zunächst wurden allgemein an Stelle der hölzernen Knie (S. 378) eiserne Spanten eingeführt, zu deren Herrichtung und Bearbeitung ein Glühofen, Richtplatten, Lochstanzen, Bohrmaschinen u. dgl. nötig waren. Einige Schiffbaumeister der alten Art gingen noch weiter und traten

mit den vorgenannten Schiffbauanstalten mit Maschinenfabriken in Wettbewerb, indem sie Lastschiffe mit eisernen Wrangen, eisernen Bordwänden usw. bauten. Da nur der Boden selbst noch aus Holz hergestellt wurde, so verschwanden allmählich die alten Schiffszimmerleute von der Werft und an ihre Stelle traten die Eisenarbeiter, Schlosser und Schmiede.

Am Ende des Jahres 1872 wurde eine amtliche Zählung der in Deutschland vorhandenen Schiffbauanstalten veranstaltet[1]). Wenngleich die Absicht bestand, nur die Stellen zu zählen, auf denen Binnen- und Küstenschiffe gebaut wurden, so sind in dem Ergebnis zum großen Teil auch die Bauanstalten für Seeschiffe enthalten. Im ganzen wurden 446 Schiffbauanstalten gezählt, von denen 24 auf die Provinzen Ost- und Westpreußen und das Weichselgebiet entfielen, 68 auf das Küstengebiet der Ostsee westlich von der Weichsel, einschließlich des Gebiets der unteren Oder bis Stettin, 112 auf das Küstengebiet der Nordsee, einschließlich der Unterelbe bis Hamburg, der Unterweser bis Bremen und des Emsgebiets, 59 auf das Gebiet der Oder oberhalb Stettin, 103 auf das Gebiet der Elbe oberhalb Hamburg, 3 auf das Gebiet der Weser oberhalb Bremen, 54 auf das ganze deutsche Rheingebiet und 23 auf das baierische Donaugebiet.

Hierunter befanden sich etwa 8 Bauanstalten für eiserne Schiffe, die gleichzeitig Dampfmaschinen und Kessel herstellten (in Königsberg, Elbing, Danzig, Bredow bei Stettin, Rostock, Kiel und Roßlau).

Die meisten Bauanstalten Preußens waren in den Provinzen Brandenburg (80), Hannover (70) und Pommern (48). Von anderen Bundesstaaten besaßen Baiern 33, Oldenburg 30, Mecklenburg 21 und Hamburg 20 Schiffbaustellen. Die baierischen Werften waren zum Teil am Rhein, zum Teil am oberen Main und zum größten Teil (23), wie schon oben bemerkt, im Donaugebiet. Dort wurden nicht nur an der oberen Donau (besonders in Ulm), sondern auch am Lech und Inn viele Schiffe gebaut, die entweder nach anderen schiffbaren Stromstrecken verkauft wurden oder überhaupt nur für eine einmalige Talfahrt bestimmt waren.

Wegen des billigen Bauholzes haben sich an vielen Strömen, besonders im Oberlaufe, die Schiffbauer mit Vorliebe angesiedelt. Ein gutes Beispiel zeigen die böhmischen Zillen, über die früher (S. 270) gesprochen worden ist.

Die ersten Schiffbauanstalten für eiserne Schiffe, verbunden mit Maschinenfabriken, entstanden in den Seehäfen und betrieben den Bau von See- und Binnenschiffen. Später entwickelten sich auch im Binnenlande solche Unternehmungen, gewöhnlich aus kleinen Anfängen, indem zu den einfacheren Einrichtungen für den Bau der eisernen Schiffskörper allmählich eine Gießerei, eine Kesselschmiede, eine Maschinenbauanstalt, eine Tischlerei usw. traten.

In Abb. 526 ist der Lageplan der Werft von Cäsar Wollheim bei Breslau mitgeteilt, die etwa vor 10 Jahren neu errichtet und mit allen modernen Einrichtungen ausgerüstet ist. Sie beschäftigt heute etwa 1000 Arbeiter, für die gleichzeitig in nächster Nähe eine Zahl von Wohnhäusern erbaut wurde.

Der wichtigste Teil einer Werft für Binnenschiffe ist der Helling mit der Aufschleppe. In früherer Zeit ordnete man die Mittellinie des Stapels, auf dem man das Schiff baute, senkrecht zur Uferlinie des Hellings an und ließ das fertige Schiff in der Richtung seiner Längsachse (auf einem »Längshelling«) in das Wasser laufen, wie es bei Seeschiffen noch heute allgemein üblich ist. Mit der wachsenden Größe der Binnenschiffe erkannte man aber, daß bei ihrer verhältnismäßig geringen Festigkeit diese Art des Stapellaufs

1) Statistik des Deutschen Reichs, Band VII (1874).

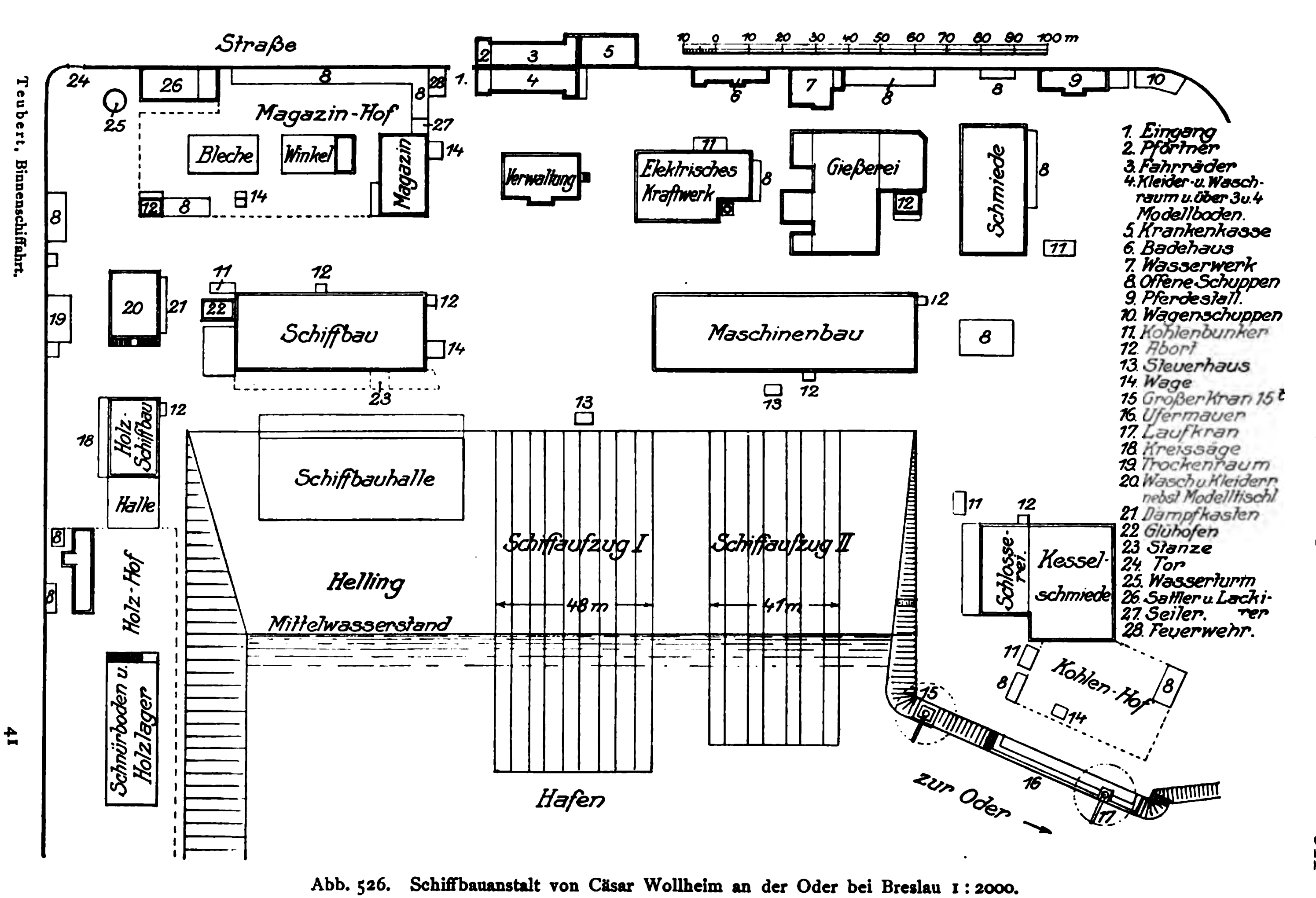


Abb. 526. Schiffbauanstalt von Cäsar Wollheim an der Oder bei Breslau 1 : 2000.

sehr schädlich für die Haltbarkeit der Verbindungen war. Man legt daher jetzt in der Regel die Mittellinie des Stapels gleichlaufend mit der Uferlinie und baut den Boden längsschiffs und querschiffs in wagerechter Lage. Das fertige Schiff wird querschiffs geneigt und querschiffs zu Wasser gelassen (»Querhelling«).

Auch zur Ausbesserung, besonders zur Untersuchung und zum Anstrich des Bodens wurden die Binnenschiffe früher allgemein in der Richtung ihrer Längsachse aufgeschleppt, indem man Schlitten oder Walzen unterlegte. Dies Verfahren ist aber außerordentlich nachteilig und sollte bei allen Binnenschiffen vermieden werden. Wenn man Schraubenschiffe mit dem Heck voran auf Land zieht, um irgend welche Arbeiten an der Schraube vorzunehmen, zeigen sich oft die nachteiligen Folgen später in einem unruhigen Gang der Maschine, in Stößen u. dgl. Es sind dann Verbiegungen und Verschiebungen in der Welle, im Stevenrohr oder im Drucklager u. dgl. eingetreten. Außerdem werden Lockerungen in den Längsversteifungen des Schiffskörpers hervorgerufen.

Jetzt bestehen auf allen besseren Werften Querhellinge mit Schiffaufzügen, auf denen die Schiffe mittels besonderer auf Rädern und Schienen laufender Wagen aus dem Wasser gezogen und umgekehrt zu Wasser gelassen werden. Die aus kräftigen Eisenbahnschienen hergestellten Gleise erhalten eine sichere Unterlage von Mauerwerk, Beton oder Pfahlwerk und reichen (als Vorhelling) so weit unter den Wasserspiegel, daß auch bei niedrigen Wasserständen unter dem schwimmenden Schiffe noch die für die Schiffwagen erforderliche Höhe vorhanden ist. Die Länge des Hellings und des Aufzugs (gleichlaufend mit der Uferlinie gemessen) hängt von der Länge der fraglichen Schiffe und dem verfügbaren Platz ab (etwa 50 bis 150 m), während die Breite außerdem durch die Neigung der Gleise bestimmt wird. Diese schwankt zwischen 1 : 8 und 1 : 15 je nach dem verfügbaren Platze und vor allem nach der Höhe des Wasserstandwechsels. Wenn der Wasserstand gar nicht oder in geringem Maße schwankt, wie bei Werften an Kanälen, gibt man den Gleisen schwache Neigungen von 1 : 10 bis 1 : 15, dagegen bei starkem Wasserwechsel an Strömen 1 : 8 bis 1 : 10, um keine zu große Hellingsbreite zu bekommen. Im ersten Falle genügen oft Breiten von 20 bis 40 m, während sie an großen Strömen zuweilen 70 bis 100 m und mehr betragen.

Die Schiffwagen (Hellingwagen) baut man entweder für schmale Spur oder für weite Spur. Die Spurweite wechselt zwischen 0,5 m und 5 m. Je schmaler die Spur gewählt wird, um so mehr Wagen und Gleise werden nötig. Eine weite Spur verdient daher im allgemeinen den Vorzug, besonders bei breiten Hellingen an Strömen, wo die Kosten für die Gleise sehr erheblich sind. Nach der Spurweite richtet sich auch der Abstand der Gleismitten von einander und schwankt in entsprechender Weise etwa zwischen 4 m und 10 m bei schweren und zwischen 5 m und 12 m bei leichten Schiffen.

Auf der Werft von Cäsar Wollheim (Abb. 526) an der Oder befinden sich 2 Schiffaufzüge mit einer Neigung von 1 : 10. Der eine hat eine Länge von 48 m und eine Breite von 105 m, 5 Gleise von je 5 m Spurweite und dient zum Aufziehen schwerer, bis 1,4 m tief tauchender Schiffe bis zu 300 t Gewicht; der andere ist 41 m lang, 95 m breit, mit 4 Gleisen von 5 m Spurweite für leichtere Schiffe bis zu 100 t Gewicht bestimmt. Neben den Aufzügen befindet sich noch ein 70 m langer Helling ohne Gleise, der gewöhnlich für Neubauten benutzt wird.

In Abb. 527 ist die Schiffbauanstalt und der Helling der früheren Gesellschaft »Union« am Kanalhafen zu Dortmund dargestellt. Auch diese Anlage stammt aus neuerer Zeit und ist zweckmäßig und modern eingerichtet. Der Querhelling ist 140 m lang, 40 m breit und hat eine Neigung von 1 : 12,3. Es finden darauf 4 Kanalschiffe von je 65 m Länge und 8 m Breite Platz. Die 20 Gleise von je 2 m Spurweite liegen in Abständen von je 7 m.

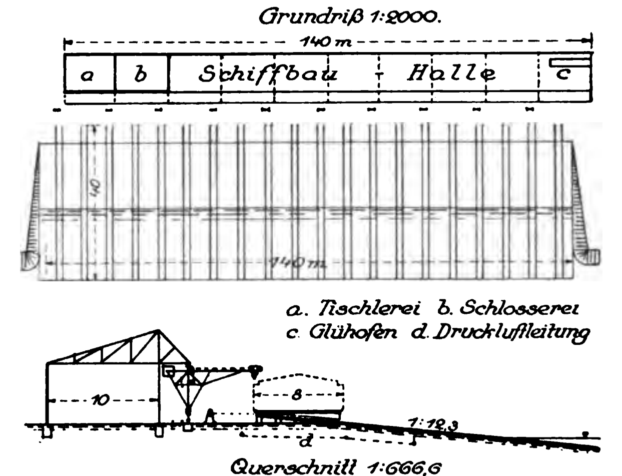


Abb. 527 und 528. Schiffbauplatz der »Union« in Dortmund.

Aus dem Querschnitt (Abb. 528) erkennt man, daß der oberste Teil der Gleise auf Aufklotzungen ruht, so daß man zwischen den Gleisen bequem an den Schiffsboden gelangen kann. In einem Abstande von 8 m von dem Ende der Gleise steht die 10 m tiefe, auf eisernen Säulen und mit eisernem Dach gebaute, nach vorne offene Schiffbauhalle, die gleichfalls eine Länge von 140 m hat und die nötigen Maschinen, Krane, Glühofen usw. enthält. 2,5 m vor der Halle liegt das Gleis für einen fahrbaren Drehkran, der die einzelnen Bauteile aus der Halle zum Helling befördert. Zwischen dem Krangleis und der Halle liegt außerdem noch ein Arbeitsgleis von 0,75 m Spur. Auf beiden dargestellten Werften wird mit Druckluft genietet und man erkennt in dem Querschnitt (Abb. 528) die gestrichelten Druckluftleitungen unter dem Helling.

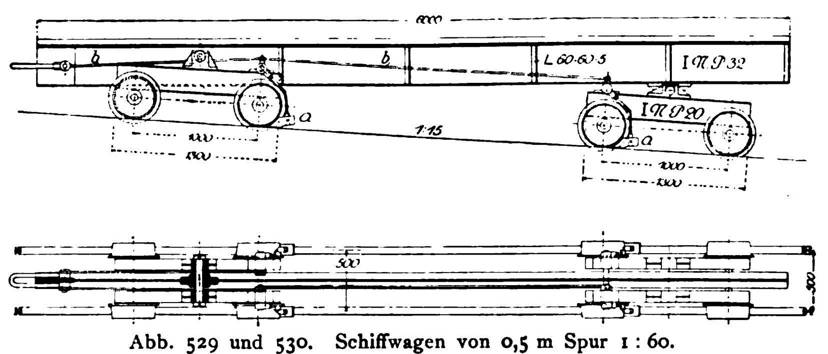


Abb. 529 und 530. Schiffwagen von 0,5 m Spur 1 : 60.

Abb. 529 und 530 zeigen einen aus I-Eisen zusammengesetzten Wagen von 0,5 m Spurweite für Schiffe von 6 m Breite bei einer Neigung des Hellings von 1 : 15. Der Gleisabstand beträgt 4,5 m. Der Wagen besteht aus je 2 vierräderigen Wagen von 1 m Radstand, die mittels Zapfenlager in 3,7 m Abstand durch einen 32 cm hohen I-Träger von 6 m Länge verbunden sind, dessen wagerechte, mit einer hölzernen Bohle bedeckte Oberkante die Plattform des Wagens bildet. *a* sind Keilbremsen, die beim Anziehen des Wagens durch die Stangen *b* von den Rädern abgehoben werden, beim Aufhören des Zuges jedoch den Wagen auf den Schienen

festhalten. An Stelle dieser Einrichtung werden zuweilen an den Wagen Sperrklinken angebracht, die in eine zwischen den Schienen befestigte Zahnstange eingreifen und das Hinabrollen des Wagens verhindern.

In den Abb. 531 bis 533 ist ein aus Blech und Formeisen genieteter Wagen von 5 m Spurweite für Schiffe von 8 m Breite dargestellt, wie er bei einer Neigung von 1 : 10 auf der Werft von Caesar Wollheim benutzt wird. In ähnlicher Weise wie vorher sind die auf jeder Schiene laufenden 4 Räder paarweise mit 1,5 m Radstand durch versteifte I-Träger mit einander verbunden und tragen durch starke in 4 m Abstand angeordnete wagerechte Zapfen einen kastenförmigen genieteten Blechträger von 8 m Länge. Dieser ist im Querschnitt 50 cm breit, in der Mitte 40 cm hoch und auf seiner wagerechten Oberfläche mit einer 60 cm breiten, 4 cm starken hölzernen Bohle abgedeckt, die als Plattform dient. Die auf den beiden Schienen laufenden Wagenhälften sind an den Enden und in der Mitte durch C-Eisen, Winkel und Kreuzstäbe gut

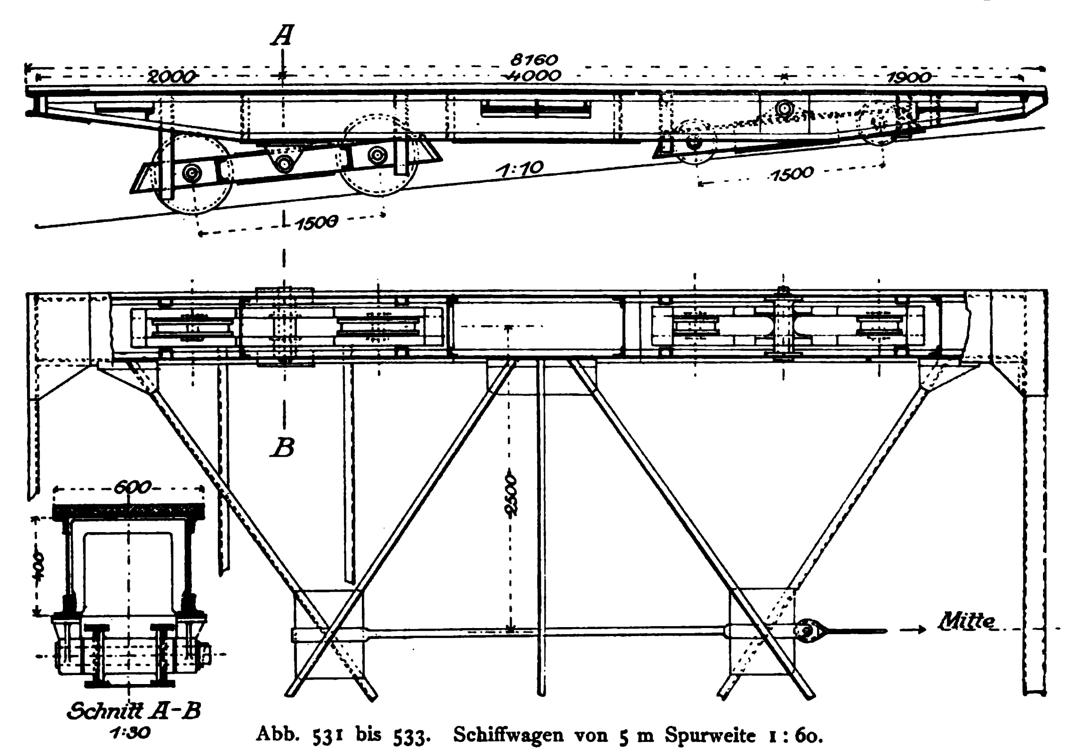


Abb. 531 bis 533. Schiffwagen von 5 m Spurweite 1 : 60.

mit einander verbunden. Die Räder haben nicht gleiche Durchmesser: Es beträgt der Durchmesser der unteren Räder 60 cm, der der oberen 30 cm. Eine gute Schmierung der Radachsen ist von Wichtigkeit. Dazu eignet sich am besten zähflüssiges Fett in Schmierbüchsen.

Die Fortbewegung der Wagen erfolgt in der Regel durch Drahtseile, die durch am oberen Ende der Gleise aufgestellte Winden auf- und abgewickelt werden. Die Winden werden entweder durch Menschenkraft bewegt oder durch Kraftübertragung mittels Wellen und Rädern von der Betriebsdampfmaschine oder durch elektrischen Antrieb. Die letzte Anordnung ist bei den Aufzügen von Caesar Wollheim angewendet. Auf Abb. 534 erkennt man die auf Rollen geführten Drahtseile sowie die Winden. Das kleine Häuschen auf der linken Seite enthält die Steuervorrichtung für den elektrischen Antrieb. Da die Drahtseile oft ihre Länge in verschiedenem Maße verändern, müssen die Winden einzeln zum Nachspannen und Ausgleichen eingerichtet sein.

Auch Dockanlagen werden zuweilen bei der Ausbesserung von Binnenschiffen angewendet. Die gelegentliche Benutzung solcher für Seeschiffe

eingerichteten Anlagen in Seehäfen (z. B. in Rotterdam, Hamburg, Stettin) ist wegen der beträchtlichen Kosten selten; dagegen sind in neuerer Zeit einige besondere Docks für Binnenschiffe gebaut worden. Trockendocks haben an Binnenwasserstraßen einen verhältnismäßig einfachen und billigen Betrieb, wenn sie im Oberwasser eines Stauwerks erbaut werden, so daß sie durch Ablassen des Wassers in das Unterwasser ohne Anwendung von Maschinen entleert werden können. Eine solche Anlage ist in Deutschland zuerst bei der Schleuse Malz an der Havel-Oder-Wasserstraße als Privat-



Abb. 534. Schiffaufzüge der Werft von Cäsar Wollheim, Blick auf den Bauhafen und die Oder.

unternehmen ausgeführt worden. Beim Bau des Dortmund-Ems-Kanals wurde dann bei Münster in der Nähe der Schleuse ein staatliches Trockendock gebaut. Abb. 535 zeigt den Lageplan der dortigen Doppelschleuse und im Oberwasser das Trockendock von 9,5 m Breite und 67 m Länge in der Sohle. Abb. 536 zeigt den Querschnitt. Die Sohle und die geböschten Seitenwände sind abgepflastert, während das Haupt aus Mauerwerk hergestellt ist. Die 8,6 m weite Toröffnung wird durch ein hölzernes Klapptor mit unten liegender, wagerechter Achse verschlossen. Zur Füllung der Dockkammer aus dem Oberwasser dient ein eisernes Rohr (Umlauf) von 0,5 m Weite und

zur Entleerung ein ebenso weites Rohr (*a* im Lageplan), das in ein Sparbecken der Schleuse mündet. Da das Schleusengefälle 6,2 m beträgt, war es nicht nötig, das Rohr bis zum Unterwasser zu führen. Das Trockendock hat sich bewährt. Die Füllung und Entleerung dauert je etwa eine Stunde. Eine ähnliche Anlage ist in Oppeln an der aufgestauten Oder errichtet. Erwähnungswert ist ferner ein aus Stein gebautes Trockendock in Bregenz am Bodensee, das von der österreichischen Regierung für ihre Bodenseedampfschiffe angelegt ist und durch Pumpen entleert wird. Im Wolgagebiet sollen 6 hölzerne Docks vorhanden sein, die als schwimmende Dockschiffe

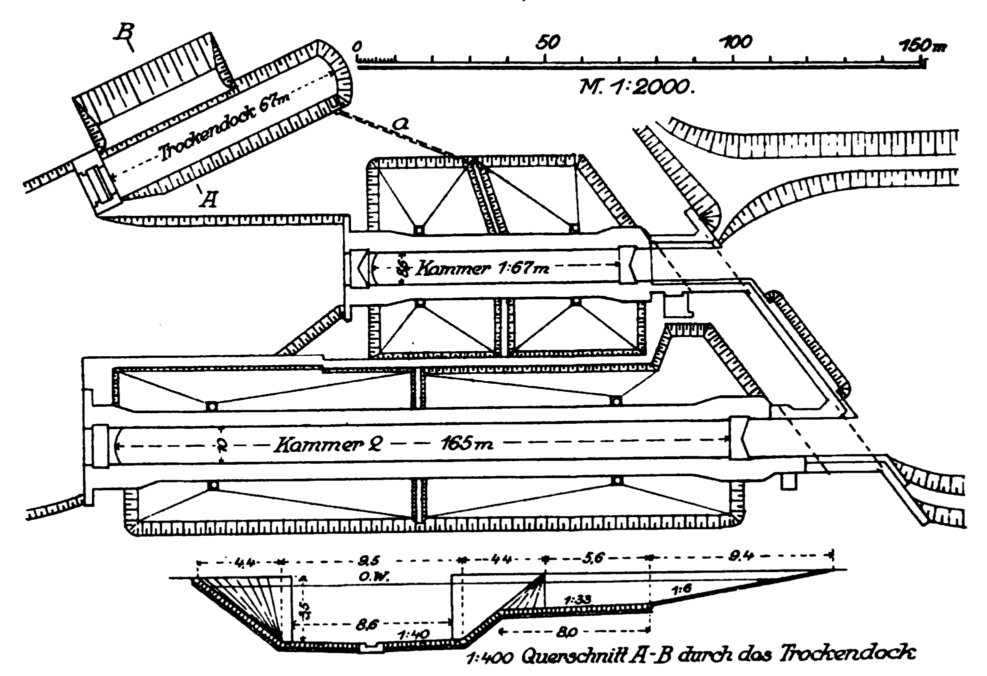


Abb. 535 und 536. Lageplan der Doppelschleuse Münster und des Trockendocks nebst Querschnitt.

(»Kamele«) gebaut sind[1]. Das erste eiserne **Schwimmdock** für Binnenschiffe ist im Jahre 1896 in Altofen bei Budapest von der ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrtgesellschaft in Betrieb genommen worden. Die Länge des Docks beträgt 60 m, die äußere Breite 21,6 m und die innere Nutzbreite 17,6 m, so daß die größten Raddampfer der Gesellschaft darin Platz finden.

In Abb. 537 ist ein Querschnitt davon dargestellt. Die Höhe der Seitenbauten ist 4,9 m, die des Mittelkörpers 1,8 m in der Mitte. Die als Gitterträger angeordneten Spanten liegen in Abständen von je 1 m. Die Beplattung ist 6 bis 8 mm stark. Der Schwimmkörper ist durch

1) Renner, Schwimmdock für Flußschiffe. Verbandschrift 1899, Berlin. Dieser Schrift ist auch die Abbildung des Schwimmdocks entnommen. Vgl. auch: Handbuch der Ing.-Wissensch. III. Teil Wasserbau, 11. Bd. Häfen, 4. Aufl., III. H. Mönch und P. Hedde, Hafendämme, Ufermauern, Schiffbauanstalten, §§ 12, 13 u. 17 (1912). Leipzig, W. Engelmann.

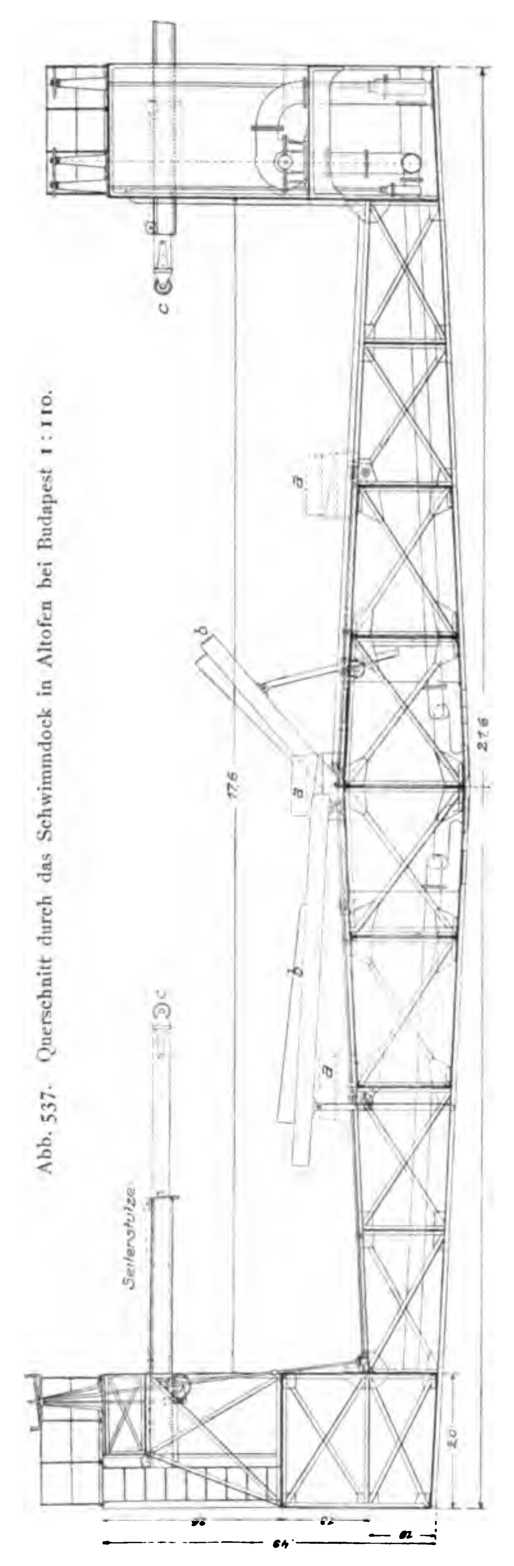


Abb. 537. Querschnitt durch das Schwimmdock in Altofen bei Budapest 1 : 110.

wasserdichte Schotte in 8 Zellen geteilt, die einzeln gefüllt und entleert werden können, wozu eine 140 m lange Rohrleitung von 250 mm Lichtweite vorhanden ist.

An den beiden Enden der Seitenbauten ist je eine Kreiselpumpe aufgestellt, die elektrisch angetrieben wird. Zum Auspumpen des Wassers, also zum vollständigen Heben des Docks werden bei 35 bis 40 Pferdestärken 34 Minuten gebraucht. Das Eigengewicht beträgt 400 t und die Tragfähigkeit 840 t. Zur Auflagerung der Schiffe dienen die Kielblöcke (*a*), zur Absteifung 14 hölzerne Kimmpallen (*b*), die durch Handräder, Wellen, Kegel- und Schraubenräder vom Deck der Seitenbauten aus bewegt werden, und zur Seitenabstützung 4 hölzerne wagerechte Balken (*c*), die in ähnlicher Weise durch Zahnstangen vorgeschoben werden können. Die Herstellungskosten betrugen etwa 165000 Mark. Die Anlage hat sich gut bewährt und es sind jährlich 100 bis 120 Schiffe gedockt worden.

2. Der Bestand der Binnenschiffe.

Über die Zahl der auf einzelnen Strömen und in einigen Ländern früher vorhandenen Schiffe sind in dem geschichtlichen Rückblick auf die Entwickelung der Binnenschiffahrt (im ersten Teil) einige Mitteilungen gemacht worden. Seit dem Jahre 1872 sind in Deutschland in Zeiträumen von je 5 Jahren amtliche Zählungen der Schiffe vorgenommen und die Ergebnisse von dem Kaiserlichen Statistischen Amte veröffentlicht worden. Die Zählung erfolgte in den Heimatsorten der Schiffseigentümer, da es sich darum handelte, die in Deutschland heimatberechtigten Schiffe zu ermitteln, und zwar gegen Ende des Monats Dezember, zu welcher Zeit in der Regel die Binnenschiffahrt ruht und die Schiffer selbst sich in ihrer Heimat befinden. Bei dieser Einrichtung

Tafel I. **1877: Zahl und Tragfähigkeit der Lastschiffe**

1	2	3	4	5
Nr.	Wasserstraßen	von 10 bis 50 t	von 50 bis 150 t	von 150 bis 250 t
	I. Stromgebiet des Rheins.			
1	Elsaß-Lothringische Kanäle (mit Ill, Saar und oberer Mosel)	72	147	192
2	Mosel (in Preußen)	127	127	39
3	Rhein (mit Ruhr, Bodensee und Unterrhein oberhalb Schaffhausen)	252	120	350
4	Neckar	159	153	2
5	Main	348	197	5
6	Ludwigkanal	—	32	—
7	Lahn	12	86	15
8	Lippe	5	4	1
	Zusammen	975	866	604
	II. Stromgebiet der Ems.			
9	Ems	139	17	—
10	Zuflüsse, Kanäle, Jade und Küste	427	5	—
	Zusammen	566	22	—
	III. Stromgebiet der Weser.			
11	Fulda und Werra	7	—	—
12	Weser oberhalb Bremen	28	40	45
13	Unterweser (einschl. Bremen) und Zuflüsse	132	97	17
14	Aller mit Leine	1	17	2
	Zusammen	168	154	64
	IV. Stromgebiet der Elbe ohne die Märkischen Wasserstraßen.			
15	Saale mit Unstrut	33	227	88
16	Elbe oberhalb Hamburg (mit Ilmenau)	182	429	360
17	Unterelbe (einschl. Hamburg) und Zuflüsse	3 264	219	67
18	Elbe-Trave-Kanal mit Lübeck und Travegebiet	39	52	—
19	Elde unterhalb Plau und Schweriner See	109	75	4
	Zusammen	3 627	1 002	519
	V. Märkische Wasserstraßen.			
20	» » Zusammen	208	3 329	46
	VI. Küstengebiet zwischen Elbe und Oder			
21	einschl. Schleswig-Holstein (ohne Travegebiet)	321	77	—
	VII. Stromgebiet der Oder.			
22	Oder bis Haff mit Zuflüssen und Klodnitzkanal	318	770	—
23	Haff mit Zuflüssen (Peenefluß, Ücker u. dgl.)	177	456	3
24	Warthe mit Netze und Bromberger Kanal	35	307	—
	Zusammen	530	1 533	3
	VIII. Stromgebiet der Weichsel.			
25	Weichselgebiet nebst Küste und Kanälen zum Haff	254	351	2
	IX. Wasserstraßen östlich der Weichsel.			
26	Elbingfluß und Oberländischer Kanal	109	25	—
27	Pregelgebiet mit Frischem Haff	221	145	7
28	Memelgebiet mit Kurischem Haff und Deime	130	277	47
29	Masurische Wasserstraßen	4	15	—
	Zusammen	464	462	54
	X. Stromgebiet der Donau.			
30	Donau nebst Zuflüssen und baierischen Seen	27	22	—
	Im Deutschen Reich zusammen	7 139	7 818	1 293

ohne eigene Triebkraft in Deutschland.

6	7	8	9	10	11	12	13	
von 250 bis 300 t	von 300 bis 400 t	400 t und mehr	Zahl aller Schiffe			Tragfähigkeit		Nr.
			hölzerne	eiserne	zusammen	aller Schiffe t	im Durchschnitt t	
45	2	—	440	18	458	67 444	147	1
6	3	—	302	—	302	25 147	83	2
83	144	113	859	211	1 070	218 392	206	3
2	1	2	318	1	319	18 293	57	4
—	—	—	550	—	550	26 606	48	5
—	—	—	32	—	32	3 812	119	6
—	—	—	113	—	113	11 806	104	7
—	—	—	10	—	10	683	68	8
136	150	115	2 624	230	2 854	372 183		
—	—	—	159	—	159	4 360	28	9
—	—	—	432	—	432	7 398	17	10
—	—	—	591	—	591	11 758		
—	—	—	7	—	7	135	19	11
6	4	1	124	—	124	16 014	129	12
13	6	—	233	33	266	20 252	76	13
—	—	—	20	—	20	1 785	89	14
19	10	1	384	33	417	38 186		
—	—	—	349	—	349	40 143	115	15
59	98	16	1 126	21	1 147	175 656	153	16
25	9	5	3 490	134	3 624	120 970	34	17
—	—	—	91	—	91	4 342	48	18
—	—	—	191	—	191	9 951	52	19
84	107	21	5 247	155	5 402	351 062		
—	—	—	3 630	1	3 631	318 299	89	20
—	—	—	429	—	429	13 432	34	21
—	—	—	1 110	4	1 114	76 230	70	22
—	—	—	664	—	664	48 000	72	23
—	—	—	342	—	342	28 849	84	24
—	—	—	2 116	4	2 120	153 079		
—	—	—	609	—	609	35 713	59	25
—	—	—	135	—	135	5 169	38	26
—	—	—	373	—	373	12 288	33	27
—	—	—	454	—	454	31 010	68	28
—	—	—	19	—	19	1 226	64	29
—	—	—	981	—	981	49 693		
—	—	—	49	—	49	2 600	53	30
239	267	137	16 660	423	17 083	1 346 005	80	

Hierzu für 190 Schiffe von unbekannter Tragfähigkeit . 14 995

1 361 000

Tafel II. **1907: Zahl und Tragfähigkeit der Lastschiffe**

1	2	3	4	5	6
Nr.	Wasserstraßen	von 10 bis 50 t	von 50 bis 150 t	von 150 bis 250 t	von 250 bis 300 t
	I. Stromgebiet des Rheins.				
1	Elsaß-Lothringische Kanäle (mit Ill, Saar und oberer Mosel)	65	76	70	85
2	Mosel (in Preußen)	29	20	37	163
3	Rhein (mit Ruhr, Bodensee und Unterrhein)	142	239	160	107
4	Neckar	3	103	85	9
5	Main	88	115	61	4
6	Ludwigkanal	9	19	—	—
7	Lahn	12	3	3	—
8	Lippe	11	2	—	—
	Zusammen	359	577	416	368
	II. Stromgebiet der Ems.				
9	Dortmund-Ems-Kanal und Ems	52	99	15	2
10	Zuflüsse, Kanäle, Jade und Küste	708	31	—	2
	Zusammen	760	130	15	4
	III. Stromgebiet der Weser.				
11	Fulda und Werra	3	13	—	—
12	Weser oberhalb Bremen	5	19	15	12
13	Unterweser (einschl. Bremen) und Zuflüsse	35	50	38	14
14	Aller mit Leine	—	2	12	1
	Zusammen	43	84	65	27
	IV. Stromgebiet der Elbe ohne die Märkischen Wasserstraßen.				
15	Saale mit Unstrut	24	24	56	15
16	Elbe oberhalb Hamburg (mit Ilmenau)	144	121	114	48
17	Unterelbe (einschl. Hamburg) und Zuflüsse	2 863	2 690	281	66
18	Elbe-Trave-Kanal mit Lübeck und Travegebiet	43	169	16	—
19	Elde unterhalb Plau und Schweriner See	19	20	24	—
	Zusammen	3 093	3 025	491	129
	V. Märkische Wasserstraßen.				
20	» » Zusammen	113	149	3 104	131
	VI. Küstengebiet zwischen Elbe und Oder				
21	einschl. Schleswig-Holstein (ohne Travegebiet)	165	63	13	5
	VII. Stromgebiet der Oder.				
22	Oder bis Haff mit Zuflüssen und Klodnitzkanal	139	164	799	172
23	Haff mit Zuflüssen (Peenefluß, Ücker u. dgl.)	118	91	388	170
24	Warthe mit Netze und Bromberger Kanal	12	30	371	10
	Zusammen	269	285	1 558	352
	VIII. Stromgebiet der Weichsel.				
25	Weichselgebiet nebst Küste und Kanälen zum Haff	130	72	235	11
	IX. Wasserstraßen östlich der Weichsel.				
26	Elbingfluß und Oberländischer Kanal	13	86	1	—
27	Pregelgebiet mit Frischem Haff	118	143	30	23
28	Memelgebiet mit Kurischem Haff und Deime	9	112	131	84
29	Masurische Wasserstraßen	14	25	—	—
	Zusammen	154	366	162	107
	X. Stromgebiet der Donau.				
30	Donau nebst Zuflüssen und baierischen Seen	9	10	2	—
	Im Deutschen Reich zusammen	5 095	4 760	6 060	1 134

ohne eigene Triebkraft in Deutschland.

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	1
von 300 bis 400 t	von 400 bis 500 t	von 500 bis 600 t	von 600 bis 700 t	von 700 bis 800 t	von 800 bis 900 t	von 900 bis 1000 t	über 1000 t	Aller Schiffe Zahl	Aller Schiffe Gesamt-tragfähigkeit t	im Durchschnitt t	Nr.
66	3	1	—	1	—	—	—	367	72 019	196	1
53	7	2	—	—	2	—	—	313	78 454	250	2
157	112	125	118	139	173	97	674	2 244	1 611 185	718	3
8	2	—	—	—	—	—	—	210	33 158	158	4
14	6	5	—	1	3	—	3	300	41 304	138	5
—	—	—	—	—	—	—	—	28	2 452	87	6
—	—	—	—	—	—	—	—	18	975	54	7
—	—	—	—	—	—	—	—	13	404	31	8
298	130	133	118	141	178	97	677	3 493	1 839 951		
7	7	2	1	7	7	52	—	252	83 546	333	9
—	—	—	—	—	—	—	—	741	16 000	21	10
7	7	2	1	7	7	52	—	993	99 546		
1	—	—	—	—	—	—	—	17	1 396	82	11
22	39	18	29	—	—	—	—	159	60 986	384	12
49	34	6	36	3	—	2	2	269	81 794	304	13
11	—	—	—	—	—	—	—	26	6 447	248	14
83	73	24	65	3	—	2	2	471	150 623		
224	31	10	3	1	1	1	1	391	121 862	312	15
161	267	276	225	96	44	39	18	1 553	689 903	444	16
154	115	158	106	33	27	27	29	6 549	747 053	114	17
2	—	—	—	—	—	—	—	230	19 537	85	18
—	—	—	—	—	—	—	—	63	7 149	113	19
541	413	444	334	130	72	67	48	8 786	1 585 504		
292	109	85	9	2	1	—	—	4 008	920 813	230	20
5	1	—	—	—	—	—	—	252	13 914	55	21
602	213	175	2	2	—	—	—	2 270	629 028	277	22
18	1	1	—	—	—	—	—	790	145 527	184	23
4	1	4	—	1	—	—	—	433	89 309	206	24
624	215	180	2	3	—	—	—	3 493	863 864		
28	15	4	1	—	—	—	—	496	79 047	160	25
2	—	—	—	—	—	—	—	104	7 100	68	26
6	6	1	—	—	—	—	1	329	36 770	112	27
14	—	—	—	—	—	—	—	350	66 249	189	28
—	—	—	—	—	—	—	—	39	2 936	75	29
22	6	1	—	—	—	—	1	822	113 055		
3	5	6	44	28	—	—	2	109	58 941	540	30
1 903	974	879	574	314	258	218	730	22 923	5 725 258	250	

Hierzu für 24 Schiffe von unbekannter Tragfähigkeit . 5 742

5 731 000

war es allerdings nicht immer möglich, bei der Zählung alle Schiffe zu besichtigen, weil ein Teil davon auswärts zu überwintern pflegt. Andererseits würde das Verfahren, alle Schiffe möglichst gleichzeitig auf der Fahrt während des Betriebes zu zählen, auch zu mancherlei Schwierigkeiten geführt haben; denn viele Schiffe befinden sich vorübergehend im Auslande und von den auf den Wasserstraßen angetroffenen Schiffen ist ihre Heimatberechtigung nicht immer mit Sicherheit festzustellen. Außer den eigentlichen Binnenschiffen sind auch die in den Strommündungen, den Haffen und Meeresbuchten verkehrenden Fahrzeuge (Küstenschiffe) gezählt worden, soweit sie nicht als Seeschiffe anzusehen waren.

Grundsätzlich sollten nur die zur gewerbsmäßigen Personen- und Güterbeförderung bestimmten Schiffe aufgenommen werden. Lastschiffe mit einer Tragfähigkeit unter 10 t, sowie die nur für eine einmalige Talfahrt bestimmten sind nicht gezählt, dagegen alle Dampfschiffe. Kraftschiffe mit Gasmaschinen und mit elektrischem Antrieb sind erst bei der letzten Zählung im Dezember 1907 besonders berücksichtigt worden, während sie in den früheren Jahren teilweise zu den Dampfschiffen gerechnet wurden. Die erste Aufnahme des Bestands der Binnenschiffe von 1872 führte infolge der damit verbundenen Schwierigkeiten zu unzuverlässigen Ergebnissen.

In den Tafeln I und II sind nach den Zählungen von 1877 und 1907 die Zahl und die Tragfähigkeit der Lastschiffe ohne eigene Triebkraft für die einzelnen Wasserstraßen und Stromgebiete zusammengestellt worden. Dabei ist, abweichend von der Einteilung des Statistischen Amts, für die Märkischen Wasserstraßen (zwischen Elbe und Oder) ein besonderer Abschnitt eingeführt und der Elbe-Travekanal nebst dem Gebiet der Trave zum Stromgebiet der Elbe gezogen worden. Ein Vergleich der beiden Tafeln gibt hinsichtlich der Vermehrung und Vergrößerung der Lastschiffe während des Zeitraumes von 30 Jahren lehrreiche Aufschlüsse.

In der Tafel III ist für die einzelnen Stromgebiete das Alter der hölzernen und eisernen Lastschiffe im Jahre 1907 zusammengestellt, soweit es höher ist als 20 Jahre. Bei den hölzernen Schiffen kann man aus diesen Ergebnissen auf ihre Lebensdauer schließen: Im Durchschnitt erreichen von allen deutschen hölzernen Schiffen nur etwa 23 v. H. (Spalte 8) ein Alter von 20 Jahren und 1,4 v. H. (Spalte 7) ein Alter von 50 Jahren. Doch schwanken diese Zahlen sehr; denn von den Weserschiffen waren z. B. 61 v. H. über 20 Jahre alt, während auf den Märkischen Wasserstraßen nur etwa 5 v. H. dies Alter erreicht haben. Aus den Ergebnissen über die eisernen Lastschiffe kann man nicht in ähnlicher Weise auf ihre Lebensdauer schließen, sondern nur rückwärts auf die Zeit ihrer Erbauung.

In der Tafel IV sind die Zahl und die Pferdestärken der deutschen Dampfschiffe zusammengestellt, so weit sie im Jahre 1907 im gewerblichen Betriebe der Binnenschiffahrt standen. Es ergibt sich daraus, in welcher Weise die 2518 Dampfer mit zusammen 466173 PSi sich auf die einzelnen

Tafel III.

1907: Alter der hölzernen und eisernen Lastschiffe.

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nr.	Wasserstraßen		Hölzerne Schiffe						Eiserne Schiffe					
			Zahl	Alter: 20 bis 30 Jahre	30 bis 40 Jahre	40 bis 50 Jahre	50 Jahre u. darüber	20 Jahre u. darüber	Zahl	Alter: 20 bis 30 Jahre	30 bis 40 Jahre	40 bis 50 Jahre	50 Jahre u. darüber	20 Jahre u. darüber
1	Stromgebiet des Rheins	Zahl	1150	235	64	8	1	308	2343	416	88	44	52	600
		%		20,5	5,6	0,7	0,09	26,8		17,8	3,8	1,9	2,2	25,7
2	Stromgebiet der Ems mit Kanal	Zahl	795	118	31	2	3	154	198	8	2	—	—	10
		%		14,8	4,0	0,3	0,4	19,5		4,0	1,0	—	—	5,0
3	Stromgebiet der Weser	Zahl	141	35	22	18	11	86	330	34	14	2	28	78
		%		24,8	15,6	12,8	7,8	61,0		10,3	4,2	0,6	8,5	23,6
4	Stromgebiet der Elbe ohne die Märkischen Wasserstraßen	Zahl	4542	1203	309	123	67	1702	4244	445	65	9	11	530
		%		26,5	6,8	2,7	1,5	37,5		10,5	1,5	0,2	0,3	12,5
5	Gebiet der Märkischen Wasserstraßen	Zahl	3482	138	15	4	4	161	526	47	2	1	2	52
		%		4,0	0,4	0,1	0,1	4,6		9,0	0,3	0,2	0,3	9,8
6	Küstengebiet zwischen Elbe und Oder	Zahl	223	36	20	24	25	105	29	1	1	—	—	2
		%		16,1	9,0	10,8	11,2	47,0		—	—	—	—	7,0
7	Stromgebiet der Oder	Zahl	2715	327	35	28	12	390	778	32	2	3	2	39
		%		12,0	1,2	0,9	0,4	14,4		—	—	—	—	5,0
8	Stromgebiet der Weichsel	Zahl	443	80	35	22	7	144	53	—	4	—	—	4
		%		18,0	7,9	5,0	1,6	32,5		—	—	—	—	7,5
9	Wasserstraßen östlich der Weichsel	Zahl	794	68	67	53	69	257	28	—	—	—	—	—
		%		8,6	8,4	6,7	8,7	32,3		—	—	—	—	—
10	Stromgebiet der Donau	Zahl	21	2	—	—	—	2	88	9	—	—	—	9
		%		9,5	—	—	—	9,5		—	—	—	—	10,2
	Im Deutschen Reich zusammen	Zahl	14306	2244	596	270	199	3311	8617	993	178	59	95	1325
		%		15,7	4,2	1,9	1,4	23,1		11,5	2,1	0,7	1,1	15,4

Tafel IV. **1907: Zahl und Stärke der Dampfschiffe in Deutschland.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nr.	Wasserstraßen	Personenschiffe		Güterschiffe			Schleppschiffe	
		Zahl	Pferdestärken	Zahl	Tragfähigkeit t	Pferdestärken	Zahl	Pferdestärken
	I. Stromgebiet des Rheins.							
1	Elsaß-Lothringische Kanäle (mit Ill und Saar)	2	114	2	114	30	3	308
2	Mosel	3	650	—	—	—	—	—
3	Rhein (mit Ruhr, Bodensee und Unterrhein)	102	34 541	52	21 364	16 034	331	139 641
4	Main	7	426	1	196	35	10	658
5	Lahn	—	—	—	—	—	2	21
	Zusammen	114	35 731	55	21 674	16 099	346	140 628
	II. Stromgebiet der Ems.							
6	Dortmund-Ems-Kanal und Ems	7	339	3	2 491	350	37	4 585
7	Zuflüsse, Kanäle, Jade und Küste	3	92	1	35	15	—	—
	Zusammen	10	431	4	2 526	365	37	4 585
	III. Stromgebiet der Weser.							
8	Fulda und Werra	2	57	1	146	45	—	—
9	Weser oberhalb Bremen	6	638	2	180	110	16	3 749
10	Unterweser (einschl. Bremen) und Zuflüsse	10	1 107	5	642	375	45	7 018
11	Aller mit Leine	—	—	—	—	—	2	320
	Zusammen	18	1 802	8	968	530	63	11 087
	IV. Stromgebiet der Elbe.							
12	Saale mit Unstrut	6	135	5	1 403	1 610	—	—
13	Elbe oberhalb Hamburg (mit Ilmenau)	86	7 772	27	4 330	3 014	78	28 167
14	Unterelbe (einschl. Hamburg) und Zuflüsse	197	19 068	39	4 828	4 264	424	66 947
15	Elbe-Trave-Kanal mit Lübeck und Travegebiet.	5	420	2	26	31	20	1 512
16	Elde unterhalb Plau und Schweriner See	2	87	1	85	90	1	26
	Zusammen	296	27 482	74	10 672	9 009	523	96 652
	V. Märkische Wasserstraßen.							
17	» » Zusammen	112	11 548	49	7 528	4 429	214	29 513
	VI. Küstengebiet zwischen Elbe u. Oder							
18	einschl. Schleswig-Holstein (ohne Travegebiet)	40	2 114	3	130	111	11	398
	VII. Stromgebiet der Oder.							
19	Oder bis zum Stettiner Haff mit Zuflüssen	34	3 969	15	1 761	1 411	216	37 325
20	Haff mit Zuflüssen (Peenefluß, Ücker u. dgl.)	13	1 136	7	657	880	16	1 289
21	Warthe mit Netze und Bromberger Kanal	4	228	7	534	465	18	1 780
	Zusammen	51	5 333	29	2 952	2 756	250	40 394
	VIII. Stromgebiet der Weichsel.							
22	Weichselgebiet nebst Küste u. Kanälen zum Haff	41	3 796	13	2 255	2 099	25	2 742
	IX. Wasserstraßen östlich der Weichsel.							
23	Elbingfluß und Oberländischer Kanal	7	990	12	1 168	943	—	—
24	Pregelgebiet mit frischem Haff	6	465	6	802	478	30	2 562
25	Memelgebiet mit Kurischem Haff u. Deime	9	735	17	2 516	1 625	10	1 340
26	Masurische Wasserstraßen	3	113	—	—	—	9	216
	Zusammen	25	2 303	35	4 486	3 046	49	4 118
	X. Stromgebiet der Donau.							
27	Donau mit Zuflüssen und baierischen Seen.	12	2 172	—	—	—	11	4 900
	Im Deutschen Reich zusammen	719	92 712	270	53 191	38 444	1 529	335 017

Wasserstraßen verteilen. Von den Personendampfern sind viele in den Seehäfen heimatberechtigt und dienen zum Teil mehr der Küstenschiffahrt als der Binnenschiffahrt.

Die Einteilung zwischen Personen-, Güter- und Schleppdampfern ist nicht ganz zutreffend; denn manche Personendampfer befördern auch Güter und viele Personen- und Güterdampfer werden auch zum Schleppen benutzt. Die Schleppdampfer überwiegen übrigens erheblich, nicht nur an Zahl, sondern vor allem an Stärke. Es ist bemerkenswert, daß im Dezember 1907 noch 46 aus Holz gebaute Dampfschiffe gezählt wurden.

In der Tafel V sind die Zahl und Stärke der Kraftschiffe mit Gasmaschinen nach der Zählung vom Dezember 1907 zusammengestellt. Die Mehrzahl entfällt auf die Elbe und besonders auf Hamburg. Auch hier sind nur die im gewerblichen Betriebe beschäftigten Schiffe gezählt worden.

Tafel V. **1907: Zahl und Stärke der Kraftschiffe mit Gasmaschinen in Deutschland.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nr.	Wasserstraßen	Personenschiffe		Güterschiffe			Schlepper	
		Zahl	PS	Zahl	Tragfähigkeit t	PS	Zahl	PS
1	Stromgebiet des Rheins	40	536	35	4188	625	2	17
2	Emsgebiet und Dortmund-Ems-Kanal .	4	46	2	949	136	—	—
3	Stromgebiet der Weser.	3	32	—	—	—	—	—
4	Elbegebiet ohne Märkische Wasserstraßen	154	1233	264	2948	1612	13	98
5	Märkische Wasserstraßen	57	617	4	78	37	—	—
6	Küstengebiet zwischen Elbe und Oder .	41	472	19	137	158	5	68
7	Odergebiet	30	261	1	3	3	—	—
8	Weichselgebiet	6	72	—	—	—	1	4
9	Wasserstraßen östlich der Weichsel . .	5	44	—	—	—	1	9
10	Donaugebiet	4	32					
	Im Deutschen Reich zusammen	344	3345	325	8303	2571	22	196

das sind 691 Kraftschiffe mit 6112 Pferdestärken (vgl. S. 633).

Außerdem dienten dem Gewerbebetriebe elektrisch betriebene Schiffe:

4 Personenschiffe mit zusammen 13 Kilowatt-Stärke

44 Güterschiffe mit zusammen 8631 t Tragfähigkeit und zusammen 264 Kilowatt

1 Schlepper mit 18 Kilowatt (vgl. S. 635).

Bei der amtlichen Zählung wurden ferner ermittelt:

45 Ketten- und Seildampfschiffe mit zusammen 7561 PSi

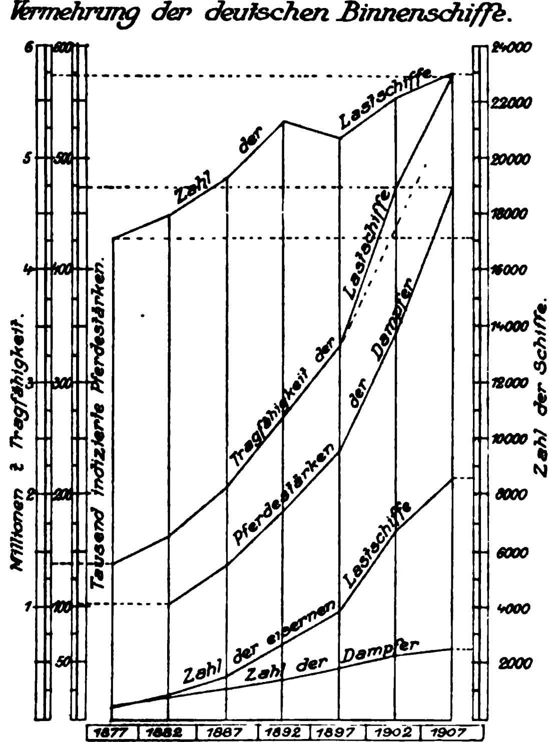
und 6 Eisbrechdampfer » » 4630 »

Um die Vermehrung der deutschen Schiffe seit dem Jahre 1877 zu zeigen, sind die Ergebnisse der 7 amtlichen Zählungen in abgerundeten Zahlen in der Tafel VI zusammengestellt. Die sehr starke Zunahme der gesamten

Tragfähigkeit der Lastschiffe von 3307000 t im Jahre 1897 auf 4720000 t im Jahre 1902 ist zum Teil auf die während dieser Zeit erfolgte neue Eichung der Schiffe (S. 251) zurückzuführen. Diese führte zu teilweise erheblich größeren Zahlen, die für die Schiffe auf den östlichen Wasserstraßen im Durchschnitt 30 v. H. betrug.

Für das Jahr 1877 sind keine Pferdestärken angegeben, weil damals die »effektiven« Pferdestärken ermittelt waren und diese nicht einwandfrei in indizierte umgerechnet werden können. Der Inhalt dieser Tafel ist zum Teil in Abb. 538 zeichnerisch dargestellt.

Abb. 538.



Die bisherigen Mitteilungen beziehen sich nur auf die bei den amtlichen Zählungen ermittelten in Deutschland heimatberechtigen Schiffe. Das gibt an sich noch kein ganz zutreffendes Bild von den auf den einzelnen Wasserstraßen verkehrenden Schiffen; denn einerseits kommt es vor, daß Schiffe nicht auf den Gewässern verkehren, an denen ihr Eigentümer seinen Wohnsitz hat, und andererseits befahren viele ausländische Schiffe die deutschen Wasserstraßen. Das trifft besonders für die Gebiete des Rheins, der Elbe und der Donau zu, während auf den östlichen Wasserstraßen die Zahl der russischen Schiffe unbedeutend ist.

Alle den **Rhein** befahrenden Schiffe werden durch den Rheinschiffregister-Verband (S. 366) seit dem Jahre 1879 etwa alle 2 Jahre ermittelt und in »Registern« zusammengestellt[1]). Dazu werden noch »Statistische Auszüge« hergestellt, die über die auf dem Rhein verkehrende Flotte eine gute Übersicht geben. Es sind alle Lastschiffe und Dampfschiffe darin aufgenommen, die im gewerblichen Betriebe beschäftigt sind; Kraftschiffe mit Gasmaschinen sind anscheinend bisher nicht berücksichtigt worden. Dagegen ist auch die Schiffsmannschaft festgestellt und in die Auszüge aufgenommen worden.

In der Tafel VII ist der Stand der Rheinflotte nach den Registern für 1908 und 1910 ersichtlich gemacht. Die betreffenden Zahlen gelten für den Monat August dieser Jahre. Da die letzte Zählung der Reichsstatistik den Stand vom 31. Dezember 1907 angibt, können die betreffenden Zahlen (Spalte 3) wohl mit denen des Registers von 1908 in Vergleich gestellt werden. Es mußten aber die Schiffe des Bodensees und Unterrheins abgezogen werden, weil das Register diese nicht enthält. Andererseits sind von den Ergebnissen des letzteren die Schiffe der Westfälischen Transport-Aktiengesellschaft in Abzug gebracht worden, weil diese nicht auf dem Rhein verkehren.

Der Vergleich ergibt bei den Lastschiffen ohne eigene Triebkraft, daß die Zahl der im deutschen Rheingebiet heimat-

1) Herausgegeben von der Versicherungsgesellschaft Providentia in Frankfurt a. M.

Tafel VI. Vermehrung der deutschen Binnenschiffe von 1877 bis 1907.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Lastschiffe ohne eigene Triebkraft				Dampfschiffe										
			Tragfähigkeit		Personenschiffe		Güterschiffe			Schleppschiffe		Ketten- u. Seilschiffe		Zusammen	
Jahr	Gesamtzahl	davon eiserne	zusammen t	im Durchschnitt t	Zahl	Pferdestärken	Zahl	Tragfähigkeit t	Pferdestärken	Zahl	Pferdestärken	Zahl	Pferdestärken	Zahl	Pferdestärken
1877	17 083	423	1 361 000	80	251	—	62	12 500	—	198	—	41	—	552	—
1882	17 885	839	1 649 000	92	310	31 100	95	12 400	9 600	345	50 800	65	10 300	815	101 800
1887	19 237	1 541	2 046 000	107	490	43 500	130	18 300	13 600	461	74 900	50	6 300	1 131	138 300
1892	21 318	2 742	2 707 000	127	648	59 300	141	23 700	16 600	635	102 400	50	6 900	1 474	185 200
1897	20 611	3 827	3 307 000	160	743	77 100	191	36 500	24 300	876	134 100	42	5 200	1 852	240 700
1902	22 079	6 634	4 720 000	214	897	92 200	217	46 000	27 100	1 140	220 100	53	6 000	2 307	345 400
1907	22 923	8 617	5 731 000	250	719	92 700	270	53 200	38 400	1 529	335 000	45	7 600	2 563	473 700

Tafel VII.

Die Rheinflotte nach den Rheinschiffregistern von 1908 und 1910.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nr.	Jahr 1908	Schiffe im deutschen Rheingebiet vorhanden	Auf dem Rhein verkehrende Schiffe nach den Rheinschiffregistern				
			deutsche	holländische	belgische	andere fremde	zusammen
1	Lastschiffe ohne Triebkraft	3 476	2 743	4 832	2 033	94	9 702
2	davon hölzerne	1 149	679	1 439	934	70	3 122
3	und eiserne	2 327	2 064	3 393	1 099	24	6 580
4	Tragfähigkeit aller Schiffe .	1 837 106	1 827 204	1 391 882	665 583	21 652	3 906 321
5	Zahl der Schiffe unter 50 t	358	178	40	41	—	259
6	» » » von 50—300 t	1 347	749	3 476	845	77	5 147
7	» » » über 1000 t	674	747	234	39	—	1 020
8	Zahl der Mannschaften . .	—	7 829	11 484	4 591	251	24 155
9	Dampfschiffe zusammen.	493	617	525	153	8	1 303
10	davon Raddampfer	—	140	31	1	—	172
11	und Schraubendampfer . .	—	477	494	152	8	1 131
12	darunter Personenschiffe . .	94	134	27	5	1	167
13	» Güterschiffe . . .	55	62	83	61	—	206
14	» Schleppschiffe . .	346	388	408	85	4	885
15	Pferdestärken zusammen . .	182 744	186 151	82 640	23 554	965	293 310
16	desgl. der Raddampfer . .	—	100 718	11 420	200	—	112 338
17	» » Schraubendampfer	—	85 433	71 220	23 354	965	180 972
18	Mannschaft der Raddampfer	—	1 610	278	7	—	1 895
19	» Schraubendampfer	—	2 373	2 201	716	39	5 329
	Jahr 1910						
20	Lastschiffe ohne Triebkraft . . .		2 999	4 884	2 316	89	10 288
21	davon hölzerne		644	976	986	61	2 667
22	und eiserne		2 355	3 908	1 330	28	7 677
23	Tragfähigkeit aller Lastschiffe. . . .		2 094 881	1 619 425	800 292	23 114	4 537 712
24	Zahl der Schiffe unter 50 t Tragf.. .		177	46	39	—	262
25	» » » von 50 bis 300 t. .		783	3 223	864	63	4 933
26	» » » über 1000 t		853	315	61	—	1 229
27	Zahl der Mannschaften.		8 524	11 568	5 177	229	25 498
28	Dampfschiffe zusammen		709	608	176	4	1 497
29	davon Raddampfer		151	32	2	—	185
30	und Schraubendampfer.		558	576	174	4	1 312
31	darunter Personenschiffe		139	27	5	1	172
32	» Güterschiffe		80	92	74	—	246
33	» Schleppschiffe		451	480	96	2	1 029
34	Pferdestärken zusammen		209 727	107 925	27 774	455	345 881
35	desgl. der Raddampfer.		110 313	12 240	340	—	122 893
36	» » Schraubendampfer		99 414	95 685	27 434	455	222 988
37	Mannschaft der Raddampfer		1 693	295	11	—	1 999
38	» » Schraubendampfer. .		2 566	2 526	823	19	5 934

berechtigten Schiffe (3476) erheblich größer ist als die den Rhein befahrenden deutschen Schiffe (2743). Das erklärt sich daraus, daß viele Schiffe im Gebiet der Nebenflüsse und in Elsaß-Lothringen nicht auf dem Hauptstrom verkehren. Das müssen kleine, besonders hölzerne Schiffe sein; denn die Tragfähigkeit aller im deutschen Rheingebiet heimatberechtigten Schiffe ist nur um rund 10000 t größer als die der auf dem Rhein verkehrenden deutschen Schiffe. Das wird auch durch die größere Zahl der Schiffe mit Tragfähigkeiten unter 50 t und unter 300 t nach der Reichstatistik bewiesen.

Daß die Zahl der großen Schiffe über 1000 t Tragfähigkeit nach dem Register (747) größer ist als nach der Reichstatistik (674), läßt sich, abgesehen von neu eingestellten Schiffen in der Zeit vom 1. Januar bis 1. August, vielleicht daraus erklären, daß eine Zahl deutscher Schiffe aus anderen Stromgebieten (z. B. aus Bremen oder Hamburg) über See nach dem Rhein gekommen sind. In ähnlicher Weise kann auch die größere Zahl der Dampfschiffe nach dem Register (617) gegen die der Reichstatistik (493) entstanden sein. Die gesamte Stärke der deutschen Dampfer beträgt nach dem Register etwa 3400 PSi mehr. Daß die Einteilung der Dampfschiffe in Personen-, Güter- und Schleppschiffe nicht übereinstimmt, ist auf ihre zum Teil wechselnde Benutzung zurückzuführen.

Man erkennt aus den Zusammenstellungen, daß der deutsche Anteil an der Rheinschifffahrt nicht einmal die Hälfte beträgt.

Ausland.

Die gesamte Donauflotte bestand etwa im Jahre 1901[1]) aus:

	263	Raddampfern mit . . .	105 000 PSi
	134	Schraubendampfern mit .	19 000 »
Zusammen	397	Dampfschiffe mit . . .	124 000 PSi

Ferner:	1637	eiserne Lastschiffe von	692 000 t Tragfähigkeit
	1280	hölzerne » »	300 000 » »
Zusammen	2917	Lastschiffe von . . .	992 000 t Tragfähigkeit

Die Donauflotte ist mithin erheblich kleiner als der deutsche Anteil an der Rheinflotte.

In Frankreich wird in etwa 5jährigen Zeiträumen eine amtliche Zählung der auf den französischen Wasserstrasen gleichzeitig verkehrenden Schiffe vorgenommen.

Im Jahre **1896** wurden gezählt:

	254	Personendampfer	
	98	Güterdampfer	mit 12 805 PSi
	222	Schleppdampfer	» 25 850 »
	77	Kettendampfer	
Zusammen	651	Dampfschiffe	

Ferner: 15 793 Lastschiffe von 3 442 250 t Tragfähigkeit.

Im Jahre **1907** wurden gezählt:

15 410 Lastschiffe von 3 841 745 t.

Von diesen hatten

7850	Schiffe	mehr als 300 t Tragfähigkeit
2 405	»	300 bis 200 » »
1 522	»	200 » 100 » »
3 633	»	100 » 3 » »

Von Normalschiffen (mit 38,5 m Länge und 5 m Breite) wurden 7521 mit 2 631 816 t Tragfähigkeit gezählt. Von eisernen Schiffen gab es nur 1396, die vorwiegend auf den nordöstlichen Wasserstraßen verkehrten.

Von den gezählten Lastschiffen waren 12 661 französische, 2204 belgische, 400 deutsche und 45 holländische und luxemburgische.

Im Jahre 1907 wurden im ganzen nur 610 Schiffe mit eigener Triebkraft gezählt.

1) Suppan, Wasserstraßen und Binnenschiffahrt, 1902.

In Rußland erfolgt alle 5 Jahre eine statistische Ermittelung der vorhandenen Binnenschiffe.

Im Jahre **1895** wurden gezählt (in Europa):

811	Personendampfer	mit	161 000	PSi
88	Güterdampfer	»	25 000	»
1393	Schleppdampfer	»	273 000	»
23	Kettendampfer	»	3 000	»
77	»Dienstdampfer«	»	19 000	»
Zusammen 2392	Dampfschiffe	mit	481 000	PSi

Ferner: 20 580 Lastschiffe von 8 630 000 t Tragfähigkeit.

Im Jahre **1900** wurden gezählt:

1001	Personendampfer
105	Güterdampfer
1812	Schleppdampfer
23	Kettendampfer
354	»Dienstdampfer«
Zusammen 3295	Dampfschiffe mit rund 580 000 PSi

(darunter 1718 Dampfer im Wolgagebiet).

Ferner: 22 859 Lastschiffe von 11 130 000 t Tragfähigkeit (darunter 1437 Schiffe mit Tragfähigkeiten über 100 000 Pud = 1638 t).

Im Jahre **1906** wurden gezählt:

3897 Dampfschiffe mit rund 750 000 PSi

und etwa 21 000 Lastschiffe von rund 13 000 000 t Tragfähigkeit (darunter 1974 Schiffe mit Tragfähigkeiten über 1638 t).

Zu den Dampfschiffen ist zu bemerken, daß die Personendampfer zum großen Teil auch Güter befördern und häufig zum Schleppen benutzt werden. Die Angaben in PSi sind nicht ganz genau, da die amtlichen Mitteilungen zum Teil in »nominalen« Pferdestärken gemacht werden.

Stichwörter

(zur Ergänzung des Inhaltsverzeichnisses).

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

II. Kapitel. Binnenschiffahrtskanäle.

Bearbeitet von Dr.-Ing. **Ed. Sonne,** Geh. Baurat, Professor an der Technischen Hochschule in Darmstadt.

Geschichtliches. — Wirtschaftliche und technische Voruntersuchungen. — Linienführung geplanter Kanäle. — Querschnitt der Strecken. — Erdarbeiten. — Dichtung des Kanalbettes. — Uferbefestigung. — Schleusen. — Wasserverbrauch und Wasserverluste. — Beschaffung des Wassers. — Entlastungsanlagen. Sicherheitstore. — Brücken. — Kanalhäfen. — Erweiterungen. — Betrieb. — Bau und Unterhaltungskosten.

III. Kapitel. Kanalisierung der Flüsse.

Bearbeitet von **W. Becker,** Baurat in Mainz.

Zweck, allgemeine Anordnung, Vorteile und Nachteile der Kanalisierungen. — Nutzung der Wasserkraft der Staustufen. — Lage derselben. — Die Wehranlage. — Neuere bewegliche Wehre. — Die Schiffsschleusen. — Seitenkanäle. — Ausgeführte Flußkanalisierungen. — Bedienung und Unterhaltung derselben. — Kanaliserungskosten.

VI. Band, 4. Auflage. Flußbau.

29 Bogen Text, 311 Textfiguren, 31 Lichtbildblätter und 7 Tafeln. 1. Lief. 1907. Geh. M. 8.—. 2. Lief. 1909. Geh. M. 4.—. 3. Lief. 1910. Geh. M. 4.—. In einem Bande geh. M. 16.—. In Halbfranz geb. M. 19.—.

I. Kapitel. Allgemeines.

Bearbeitet von Dr.-Ing. **Franz Kreuter,** Geh. Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in München.

Wesen und Ziel von Flußbauten. — Vorarbeiten. — Theorie der Geschiebeführung. — Berechnung der Normalprofile und Normalbreiten. — Wechselseitige Beziehungen zwischen Wasser- und Geschiebeführung. — Linienführung. — Verbesserungsarten. Verbesserungsmittel. — Baustoffe, Baubestandteile. Werkzeuge und Baugeräte. — Ausführung der Flußbauten. — Von der Anlage, Erhaltung und Benutzung der wasserbaulichen Pflanzungen. — Bauanschlag und Bauentwurf.

II. Kapitel. Verbauung der Wildbäche.

Bearbeitet von demselben.

Entstehung und Wesen der Wildbäche. — Verbauung der Wildbäche. — Grundschwellen und Sperren. — Führung der Wildbäche über die Schuttkegel. — Verkehrswege und Wasserkraftanlagen an Wildbächen. — Durchführung und Erhaltung von Wildbachverbauungen. — Beispiele.

III. Kapitel. Bändigung der Gebirgsflüsse.

Bearbeitet von demselben.

Kennzeichnung der Gebirgsflüsse. — Mittel zu ihrer Bändigung. — Ableitung der Binnengewässer, — Mündungen. — Schuttlagerplätze. — Beispiele.

IV. Kapitel. Verbesserung der schiffbaren Flüsse.

In 3. Auflage bearbeitet von Professor **Ed. Sonne** in Verbindung mit anderen Fachgenossen, in 4. Auflage bearbeitet von Professor **F. Kreuter.**

VII. Band, 4. Auflage. Landwirtschaftl. Bodenverbesserungen, Fischteiche, Flußdeiche, Deichbau und Deichschleusen.

46 Bogen Text, 672 Textfiguren, 7 Tafeln und 2 Tabellen. 1. Lief., 1907. Geh. M. 8.—. 2. Lief., 1909. Geh. M. 12.—. 3. Lief., 1911. Geh. M. 9.—. In einem Bande geh. M. 29.—. In Halbfranz geb. M. 32.—.

I. Kapitel. Landwirtschaftliche Bodenverbesserungen. (Meliorationen.)

Bearbeitet von **Dr. J. Spöttle,** Kgl. Oberregierungsrat im Staatsministerium des Innern und Professor für landwirtschaftl. Meliorationswesen an der Technischen Hochschule in München.

Wesen und Bedeutung einer geregelten Wasserwirtschaft. — Hauptkulturarten. — Beschleunigung der Versickerung und Verdunstung. — Ansammlung des Wassers. — Behandlung der Bäche und Flüsse. — Entwässerung der Kulturländereien. — Bewässerung derselben. — Schädigende Nebenwirkungen moderner Tiefbauten. — Kultivierung der Moorböden; der Heide- und Sandflächen des Binnenlandes; der Sanddünen längs der Meeresküsten.

II. Kapitel. Fischteiche.

Bearbeitet von **P. Gerhardt,** Geh. Oberbaurat und vortragendem Rat im Ministerium der öffentl. Arbeiten in Berlin.

Bauwerke an den Fischteichen. — Rücksichtnahme auf die Fischzucht bei Flußregulierungen.

III. Kapitel. Flußdeiche.

In 1.—3. Auflage bearbeitet von **H. Garbe (†),** Geh. Baurat und Professor in Berlin, in 4. Auflage von Oberingenieur **Wey (†)** in Rorschach.

IV. u. V. Kapitel. Seedeiche, Deichschleusen.

In 1.—3. Auflage bearbeitet von demselben. In 4. Auflage unverändert neugedruckt.

Fortsetzung siehe 4. Umschlagseite.

VIII. Band, 4. Auflage. **Schiffsschleusen.**

24 Bogen Text, 402 Textfiguren und 11 Tafeln. 1904. Geh. M. 11.—. In Halbfranz geb. M. 14.—.

Bearbeitet von **L. Brennecke,** Geh. Marine-Baurat a. D. in Frankfurt a. M.

Allgemeines. — Schleusenkörper. — Tore. — Bewegungsvorrichtungen. — Einrichtungen zur Wasserersparnis. — Vorrichtungen für große Gefälle. — Nebenanlagen. — Betrieb und Unterhaltung.

Vierter Teil. **Die Baumaschinen**

Zweite und dritte vermehrte Auflage. Unter Mitwirkung von **L. Franzius (†),** begründet von **F. Lincke,** herausgegeben von **H. Weihe.**

I. Band, 3. Auflage. **Einleitung, Baggermaschinen. Rammen und zugehörige Hülfsmaschinen. Wasserhebemaschinen.**

31 Bogen Text, 717 Textfiguren und 14 Tafeln. 1910. Geh. M. 24.—. In Halbfranz geb. M. 27.—.

Einleitung.

Bearbeitet von **F. Lincke,** Geh. Baurat, Professor an der Technischen Hochschule in Darmstadt.

Die Maschinenarbeit im Bauwesen. — Geschichtliche Entwickelung.

I. Kapitel. Baggermaschinen.

Für die 3. Auflage bearbeitet von **H. Weihe,** Professor an der Technischen Hochschule in Charlottenburg.

I. Allgemeiner Teil. Einleitung. — Geschichtliche Entwickelung. — Allgemeines über Lösen, Heben und Fortschaffen. — Betriebskraft. — Aufgaben und Einteilung der Bagger.

Die Naßbagger.

II. Winden- und Kranbagger. A. Löffelbagger. Allgemeine Anordnung. Bauarten. — B. Greifbagger. Allgemeine Anordnung und Wirkungsweise. — Zweikettengreifer. Einkettengreifer. — Größe und Leistung der Greifbagger. — Verwendung und Arbeitsweise. — Betriebskosten.

III. Eimer- und Schaufelkettenbagger. Allgemeine Anordnung und Grundformen. — Schaufelkettenbagger. — Arbeitsweise der Eimerbagger. — Bauart der Eimerkette, Eimer, Glieder, Bolzen, Eimerleiter, Turas, Tragrollen und Führungsrollen, Leiterbock, Schütttrichter, Schütttrinnen. — Antrieb der Eimerkette. — Winden und Hebevorrichtungen. Maschinen- und Kesselanlage. — Elektrisch betriebene Eimerbagger. — Schiffskörper. — Eimerbagger mit Propeller. — Eimerbagger mit Laderaum. — Leistung mit Kraftbedarf. — Betriebskosten. — Ausgeführte Konstruktionen.

IV. Saugbagger. a) Allgemeines: Wirkungsweise, Einteilung und Arbeitsweise. — b) Kolbenpumpenbagger: Bauart und Leistung. — c) Kreiselpumpenbagger: Die Bodenförderung. — Anordnung der Kreiselpumpenbagger. — Kreiselpumpen. — Saugleitungen. — Schwimmende Druckleitungen. — Vorrichtungen zum Lösen des Bodens. — Schachtbagger. — Entleerungsvorrichtungen der Schachtbagger. — Saugbagger System Frühling. — Saugbagger mit Druckleitung. — Saugbagger mit verschiedenen Arbeitsweisen. — Leistung, Kraftbedarf, Betriebskosten.

V. Vereinigte Eimer- und Pumpenbagger (Verbundbagger). — Eimerbagger mit Schwemmvorrichtung. — Eimer- und Saugbagger.

VI. Mittel und Einrichtungen zur Beseitigung des Baggerbodens. — Übersicht der in Betracht kommenden Verfahren. — Lange Schütttrinnen. — Spülrohre. — Transporteure. — Prähme. — Kranbagger. — Elevatoren. — Schwemmbagger und Schutensauger.

VII. Vorrichtungen zur Unterstützung der Selbsttätigkeit des Stromes beim Fortbewegen der Bodenmassen. Allgemeines. — Eggen und Kratzer. — Verwendung von Druckluft. — Spülbagger von Kretz. — Rührwerke. — Spülflöße. — Schlickpflug.

Die Trockenbagger.

VIII. Allgemeines über Trockenbagger. Anwendungsgebiet, Einteilung und Arbeitsweise.

IX. Trockenbagger mit Einzelförderung. Greifbagger. — Anordnung, Verwendung und Betrieb der Löffelbagger.

X. Trockenbagger mit stetiger Förderung (Eimerkettenbagger). Allgemeine Anordnung. — Größe und Leistung normaler Hoch- und Tiefbagger. — Bauarten der Tiefbagger und Hochbagger. — Betriebskosten. — Eimerkettenbagger für Sonderzwecke. — Literatur.

II. Kapitel. Rammen und zugehörige Hülfmaschinen.

Für die 3. Auflage bearbeitet von **H. Weihe,** Professor an der Technischen Hochschule in Charlottenburg.

III. Kapitel. Wasserhebemaschinen.

Bearbeitet von **O. Berndt,** Geh. Baurat, Professor an der Technischen Hochschule in Darmstadt.

Wasserschöpfmaschinen. Wurfrad. Pumprad. — Schöpfen des Wassers in Gefäßen. — Heben des Wassers in beweglichen Kanälen. — Wasserschraube und Wasserschnecke. — Kettenpumpen.

Kolbenpumpen. a) Kolbenpumpen mit geradlinig hin und her gehenden Kolben. — Allgemeines. — Theoretische Erörterungen über die Bewegung des Wassers in den Röhren, Ventilen usw. — Zylinderabmessungen. — Bestimmung der Betriebskraft. — Einfach- und doppeltwirkende Pumpen. — Transmissionspumpen. — Dampfpumpen. — Pumpen mit mehreren Kolben. — Rohrbrunnen. — Schieberpumpen. — b) Kolbenpumpen mit schwingenden Kolben (Flügelpumpen.) — c) Pumpen mit umlaufenden Kolbenpumpen (Kapselpumpen.)

Zentrifugalpumpen. Wirkungsweise und Haupteigenschaften. — Theorie. — Bauart. — Verwendbarkeit, Aufstellung und Inbetriebsetzung.

Verschiedene Maschinen und Vorrichtungen zur Wasserförderung. Hydraulischer Widder. — Pulsometer. — Heber. — Wahl der geeigneten Art der Wasserhebung für die im Bauwesen vorkommenden Aufgaben unter Berücksichtigung der Anlage- und Betriebskosten. — Anhang: Untersuchung der Pumpen. — Literatur.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.